



TUGAS AKHIR – SS141501

**ANALISIS RISIKO *RETURN* SAHAM PERUSAHAAN
TERDAMPAK *TAX AMNESTY* SUB SEKTOR
KONSTRUKSI DAN BANGUNAN MENGGUNAKAN
CVAR DENGAN PENDEKATAN ARMAX-GARCHX
DAN *DURATION TEST* SEBAGAI *BACKTESTING***

**ARDHIAN BAYU FIRDAUZ
NRP 1315 105 047**

**Dosen Pembimbing
Dr.rer.pol. Dedy Dwi Prastyo, S.Si, M.Si**

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



TUGAS AKHIR – SS141501

**ANALISIS RISIKO *RETURN* SAHAM
PERUSAHAAN TERDAMPAK *TAX AMNESTY*
SUB SEKTOR KONSTRUKSI DAN BANGUNAN
MENGUNAKAN CVAR DENGAN PENDEKATAN
ARMAX-GARCHX DAN *DURATION TEST*
SEBAGAI *BACKTESTING***

**ARDHIAN BAYU FIRDAUZ
NRP 1315 105 047**

**Dosen Pembimbing
Dr. rer. pol. Dedy Dwi Prastyo, S.Si, M.Si**

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



FINAL PROJECT – SS141501

**RISK ANALYSIS FOR STOCK
RETURN OF CONSTRUCTION AND BUILDING
COMPANIES IMPACTED BY TAX AMNESTY
USING CVAR WITH ARMAX GARCHX
APPROACH AND DURATION TEST
AS BACKTESTING**

**ARDHIAN BAYU FIRDAUZ
NRP 1315 105 047**

**Supervisor
Dr.rer.pol. Dedy Dwi Prastyo, S.Si, M.Si**

**UNDERGRADUATE PROGRAMME
DEPARTMENT OF STATISTICS
FACULTY MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS RISIKO *RETURN* SAHAM PERUSAHAAN TERDAMPAK *TAX AMNESTY* SUB SEKTOR KONSTRUKSI DAN BANGUNAN MENGGUNAKAN CVAR DENGAN PENDEKATAN ARMAX-GARCHX DAN *DURATION TEST* SEBAGAI *BACKTESTING*

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
Pada

Program Studi Sarjana Departemen Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Ardhian Bayu Firdauz
NRP. 1315 105 047

Disetujui oleh Pembimbing :

Dr.rer.pol. Dedy Dwi Prastyo, S.Si.,M.Si.

NIP. 198312042008121002



Mengetahui
Kepala Departemen


Dr. Suhartono

NIP. 19710929 199512 1 001

SURABAYA, JULI 2017

ANALISIS RISIKO *RETURN* SAHAM PERUSAHAAN TERDAMPAK *TAX AMNESTY* SUB SEKTOR KONSTRUKSI DAN BANGUNAN MENGGUNAKAN CVAR DENGAN PENDEKATAN ARMAX-GARCHX DAN *DURATION TEST* SEBAGAI BACKTESTING

Nama Mahasiswa : Ardhian Bayu Firdauz
NRP : 1315 105 047
Departemen : Statistika
Dosen Pembimbing : Dr.rer.pol. Dedy Dwi Prastyo, S.Si, M.Si

Abstrak

Tax Amnesty yang dilakukan pemerintah Indonesia pada 1 Juli 2016 diharapkan memberi dampak positif bagi perekonomian yang lebih luas, seperti pembangunan infrastruktur. *Tax amnesty* memberikan dampak yang signifikan terhadap kinerja perusahaan sektor konstruksi dan infrastruktur khususnya BUMN, karena dana repatriasi akan digunakan untuk membiayai proyek di sektor konstruksi dan infrastruktur. PT. Waskita Karya Tbk (WSKT), PT. Wijaya Karya Tbk (WIKA), PT. Adhi Karya Tbk (ADHI), dan PT. Pembangunan Perumahan Tbk (PTPP) merupakan Persero dengan nilai kapitalisasi terbesar di Indonesia. Pergerakan saham pada perusahaan memiliki volatilitas tinggi, sebaiknya risiko tersebut di modelkan dengan menggunakan Value at Risk (VaR) dan Conditional Value at Risk (CVaR) dengan pendekatan ARMA-GARCH dan ARMAX-GARCHX karena dapat menangkap pengaruh variabel eksogen, dimana dalam penelitian ini menggunakan kurs IDR/USD dan IHSG. Keباikan VaR dan CVaR dapat dilihat dengan menggunakan expected shortfall (ES) dan duration test. Perhitungan VaR dan CVaR dengan menggunakan ES test diketahui diantara kedua metode tersebut metode VaR jauh lebih akurat dibandingkan dengan CVaR untuk estimasi risiko ataupun profit apabila menggunakan pendekatan ARMA-GARCH, sedangkan ketika menggunakan ARMAX-GARCHX CVaR dan VaR sama-sama akurat

di window tertentu. Pada duration test diketahui bahwa baik VaR dan CVaR dengan pendekatan ARMA-GARCH ataupun ARMAX-GARCHX didapatkan hasil yang sama-sama akurat dengan menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh terjadinya risiko saat ke t dengan risiko sebelumnya. Durasi rata-rata terjadinya risiko dan profit perusahaan WIKA menunjukkan bahwa lebih sering terjadi risiko dibandingkan perusahaan lainnya.

Kata Kunci : ARMAX-GARCHX, CVaR, Duration Test, Saham Sub Sektor Konstruksi dan Bangunan, Tax Amnesty, VaR

RISK ANALYSIS FOR STOCK RETURN OF CONSTRUCTION AND BUILDING IMPACTED BY TAX AMNESTY USING CVAR WITH ARMAX GARCHX APPROACH AND DURATION TEST AS BACKTESTING

Student Name : Ardhian Bayu Firdauz
Student Number : 1315 105 047
Department : Statistics
Supervisor : Dr.rer.pol. Dedy Dwi Prastyo, S.Si., M.Si

Abstract

Tax amnesty which was conducted by Indonesian government started on July 1st, 2016, was expected to have a positive impact on the broader economy such as infrastructure development. Tax amnesty has a significant impact on the performance of construction and infrastructure enterprises, especially BUMNs, since repatriation funds will be used to fund projects in the construction and infrastructure sectors. PT. Waskita Karya Tbk (WSKT), PT. Wijaya Karya Tbk (WIKA), PT. Adhi Karya Tbk (ADHI), and PT. Housing Development Tbk (PTPP) are perseros with the largest capitalization value in Indonesia. The stocks in those companies has high volatility movement which is risk should be modeled by using Value at Risk (VaR) and Conditional Value at Risk (CVaR) with ARMA-GARCH and ARMAX-GARCHX approach as its capability to capture the effect of exogenous variables, which in this study uses the IDR/USD and IHSG rates. The virtues of VaR and CVaR can be seen using expected shortfall (ES) and duration test, since the duration test considers the duration of the occurred risk itself. VaR and CVaR using ES test, it is known that to estimate the risk or profit value, VaR is much more accurate than CVaR when using ARMA-GARCH approach, whereas if using ARMAX-GARCHX, CVaR and VaR are equally accurate in certain window. In duration test, it is known that both VaR and CVaR with ARMA-GARCH or ARMAX-GARCHX approach give equally accurate results indicating that

there is no effect of t -time risk to the previous risk. Based on average of risk and profit duration, WIKA companies shows that risk is more often than the other building and infrastructure companies.

Keywords : ARMAX-GARCHX, CVaR, Duration Test, Stock of Construction and Building Sub Sector, Tax Amnesty, VaR

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan berkah yang tidak pernah berhenti sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan dengan baik Tugas Akhir yang berjudul **“ANALISIS RISIKO *RETURN* SAHAM PERUSAHAAN TERDAMPAK *TAX AMNESTY* SUB SEKTOR KONSTRUKSI DAN BANGUNAN MENGGUNAKAN *CVAR* DENGAN PENDEKATAN *ARMAX-GARCHX* DAN *DURATION TEST* SEBAGAI *BACKTESTING*”**. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. rer. pol Dedy Dwi Prastyo, S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan motivasi dan informasi hingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Irhamah, Ph.D dan Bapak Dr. Ir. Setiawan, MS. Selaku dosen penguji yang memberikan banyak saran dan kritik pada Tugas Akhir penulis
3. Bapak Dr. Suhartono selaku Kepala Departemen Statistika dan Bapak Dr. Sutikno, S.Si, M.Si selaku Ketua Program Studi Sarjana yang telah memberikan banyak bantuan selama perkuliahan
4. Bapak Imam Syafawi, M.Si selaku dosen wali yang selalu memberi motivasi, ilmu, dan membagi pengalamannya kepada penulis
5. Ayah, mama dan keluarga atas segala doa, kasih sayang dan perjuangannya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini
6. Teman-teman S1 Lintas Jalur angkatan 2015 yang berbagi semua ilmu dan pengalamannya ketika menjalani kuliah selama dua tahun bersama penulis.

Penulis sangat berharap hasil Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua serta saran dan kritik yang bersifat membangun guna perbaikan di masa mendatang.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan	6
1.4 Manfaat	6
1.5 Batasan Masalah	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Return Saham	9
2.2 Nilai tukar	9
2.3 Analisis Deret Waktu	11
2.3.1 ARMA (<i>Autoregressive Moving Average</i>)	11
2.3.2 ARMAX (<i>Autoregressive Moving Average with Exogenous Variables</i>)	16
2.4 <i>Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity</i> (GARCH).....	20
2.4.1 <i>Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Exogenous Variables</i> (GARCHX).....	24
2.5 <i>Value at Risk</i> (VaR).....	25
2.6 <i>Conditional Value at Risk</i> (CVaR)	26
2.7 <i>Backtesting Duration Test</i>	27
2.7.1 <i>Conditional Duration Test</i>	30
2.7.2 VaR dan <i>Expected Shortfall Test</i>	31

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	33
3.1 Sumber Data	33
3.2 Variabel Penelitian	34
3.3 Langkah Analisis	34
3.4 Diagram Alir.....	38
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1 Deskripsi Data	39
4.1.1 Karakteristik Saham Perusahaan Sub Sektor Konstruksi dan Bangunan	39
4.1.2 Karakteristik Nilai Tukar IDR/USD dan Saham ISHG.....	45
4.2 Pemodelan ARMA-GARCH pada Return Saham Perusahaan Sub Sektor Konstruksi dan Bangunan	46
4.2.1 Identifikasi Model ARMA	46
4.2.2 Estimasi dan Pengujian Parameter Model ARMA	48
4.2.3 <i>Diagnostic Checking</i> ARMA	49
4.2.4 Pemilihan Model ARMA Terbaik	51
4.2.5 Pemodelan ARMA-GARCH.....	51
4.2.6 Estimasi dan Pengujian Parameter Model ARMA-GARCH.....	54
4.2.7 Perhitungan <i>Value at Risk</i> dengan Pendekatan ARMA-GARCH.....	58
4.2.8 Perhitungan <i>Conditional Value at Risk</i> dengan Pendekatan ARMA-GARCH	63
4.3 Pemodelan ARMAX-GARCHX pada Return Saham Perusahaan Sub Sektor Konstruksi dan Bangunan	68
4.3.1 Estimasi dan Pengujian Parameter Model ARMAX	68
4.3.2 <i>Diagnostic Checking</i> ARMAX	70
4.3.3 Pemilihan Model ARMAX Terbaik	71
4.3.4 Pemodelan ARMAX-GARCHX	72
4.3.5 Estimasi dan Pengujian Parameter Model ARMAX-GARCHX	74

4.3.6	Perhitungan <i>Value at Risk</i> dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX.....	82
4.3.7	Perhitungan <i>Conditional Value at Risk</i> dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX	87
4.4	Perbandingan Keakuratan Estimasi Risiko dengan Menggunakan <i>Expected Shortfall</i> dan <i>Duration Test</i>	91
4.4.1	<i>Expected Shortfall Test</i>	92
4.4.2	<i>Duration Test</i>	95
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	117
5.1	Kesimpulan	117
5.2	Saran.....	119
DAFTAR PUSTAKA	121
LAMPIRAN	125
BIOGRAFI PENULIS	171

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Contoh Simulasi <i>Duration</i> pada VaR dengan Pendekatan GARCH	28
Gambar 3.1 Simulasi <i>Moving Window</i>	33
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	38
Gambar 4.1 <i>Time Series</i> Plot Harga Saham <i>Close</i> Perusahaan Sub Sektor Konstruksi dan Bangunan	39
Gambar 4.2 <i>Time Series</i> Plot <i>Return</i> Saham Perusahaan Sub Sektor Konstruksi dan Bangunan.....	41
Gambar 4.3 Box Plot <i>Return</i> Saham Perusahaan Sub Sektor Konstruksi dan Bangunan	42
Gambar 4.4 Box Plot <i>Return</i> Harian Saham WIKA (a), WSKT (b), ADHI (c) dan PTPP (d)	43
Gambar 4.5 <i>Time Series</i> Plot IHSG <i>Close</i> (a) dan Kurs Tengah Rupiah terhadap USD (b)	45
Gambar 4.6 Plot ACF dan PACF <i>Return</i> Saham WIKA (a), WSKT (b), ADHI (c) dan PTPP (d)	46
Gambar 4.7 Plot ACF dan PACF Residual Kuadrat Model ARMA pada WIKA (a), WSKT (b), ADHI (c), PTPP (d)	53
Gambar 4.8 Plot VaR Risiko dan Profit Perusahaan WIKA dengan ARMA-GARCH (a) 250 Hari (b) 375 hari (c) 500 Hari	60
Gambar 4.9 Plot VaR Risiko dan Profit Perusahaan WSKT dengan ARMA-GARCH (a) 250 Hari (b) 375 hari (c) 500 Hari	61
Gambar 4.10 Plot VaR Risiko dan Profit Perusahaan ADHI dengan ARMA-GARCH (a) 250 Hari (b) 375 hari (c) 500 Hari	61
Gambar 4.11 Plot VaR Risiko dan Profit Perusahaan PTPP dengan ARMA-GARCH (a) 250 Hari (b) 375 hari (c) 500 Hari	64

Gambar 4.12	Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan WIKA dengan ARMA-GARCH (a) 250 Hari (b) 375 hari (c) 500 Hari	63
Gambar 4.13	Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan WSKT dengan ARMA-GARCH (a) 250 Hari (b) 375 hari (c) 500 Hari	64
Gambar 4.14	Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan ADHI dengan ARMA-GARCH (a) 250 Hari (b) 375 hari (c) 500 Hari	65
Gambar 4.15	Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan PTPP dengan ARMA-GARCH (a) 250 Hari (b) 375 hari (c) 500 Hari	66
Gambar 4.16	Plot ACF dan PACF Residual Kuadrat Model ARMA pada WIKA (a), WSKT(b), ADHI(c) dan PTPP(d)	74
Gambar 4.17	Plot VaR Risiko dan Profit Perusahaan WIKA dengan ARMAX-GARCHX (a) 250 Hari (b) 375 hari (c) 500 Hari	84
Gambar 4.18	Plot VaR Risiko dan Profit Perusahaan WSKT dengan ARMAX-GARCHX (a) 250 Hari (b) 375 hari (c) 500 Hari	85
Gambar 4.19	Plot VaR Risiko dan Profit Perusahaan ADHI dengan ARMAX-GARCHX (a) 250 Hari (b) 375 hari (c) 500 Hari	86
Gambar 4.20	Plot VaR Risiko dan Profit Perusahaan PTPP dengan ARMAX-GARCHX (a) 250 Hari (b) 375 hari (c) 500 Hari	86
Gambar 4.21	Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan WIKA dengan ARMAX-GARCHX (a) 250 Hari (b) 375 hari (c) 500 Hari	88
Gambar 4.22	Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan WSKT dengan ARMAX-GARCHX (a) 250 Hari (b) 375 hari (c) 500 Hari	88
Gambar 4.23	Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan ADHI dengan ARMAX-GARCHX (a) 250	

	Hari (b) 375 hari (c) 500 Hari	89
Gambar 4.24	Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan PTPP dengan ARMAX-GARCHX (a) 250 Hari (b) 375 hari (c) 500 Hari	90
Gambar 4.25	Plot Weibull VaR untuk Risiko dengan Pendekatan ARMA-GARCH Window (a) 250, (b) 375 dan (c) 500	96
Gambar 4.26	Plot Weibull VaR untuk Profit dengan Pendekatan ARMA-GARCH Window (a) 250, (b) 375 dan (c) 500	99
Gambar 4.27	Plot Weibull CVaR untuk Risiko dengan Pendekatan ARMA-GARCH Window (a) 250, (b) 375 dan (c) 500	101
Gambar 4.28	Plot Weibull CVaR untuk Profit dengan Pendekatan ARMA-GARCH Window (a) 250, (b) 375 dan (c) 500	104
Gambar 4.29	Plot Weibull VaR untuk Risiko dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX Window (a) 250, (b) 375 dan (c) 500	107
Gambar 4.30	Plot Weibull VaR untuk Profit dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX Window (a) 250, (b) 375 dan (c) 500	109
Gambar 4.31	Plot Weibull CVaR untuk Risiko dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX Window (a) 250, (b) 375 dan (c) 500	112
Gambar 4.32	Plot Weibull CVaR untuk Profit dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX Window (a) 250, (b) 375 dan (c) 500	114

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Contoh Perbedaan <i>Backtesting</i> dan <i>Backtesting</i> <i>Duration</i>	28
Tabel 3.1 Variabel Penelitian	32
Tabel 3.2 Struktur Data Penelitian	32
Tabel 4.1 Statistika Deskriptif Return Saham Perusahaan Sub Sektor Konstruksi dan Bangunan	42
Tabel 4.2 Karakteristik Return Saham Harian Perusahaan Sub Sektor Konstruksi dan Bangunan	44
Tabel 4.3 Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model ARMA	48
Tabel 4.4 Uji Asumsi White Noise Residual Model ARMA	49
Tabel 4.5 Uji Normalitas Residual Model ARMA	50
Tabel 4.6 Kriteria Kebaikan Model berdasarkan AIC	50
Tabel 4.7 Uji Lagrange Multiplier pada Residual Model ARMA	51
Tabel 4.8 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMA- GARCH Perusahaan WIKA	54
Tabel 4.9 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMA- GARCH Perusahaan WSKT	55
Tabel 4.10 Pemodelan ARIMA Ulang Return Perusahaan WSKT	55
Tabel 4.11 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMA- GARCH Perusahaan ADHI	56
Tabel 4.12 Pemodelan ARIMA Ulang Return Perusahaan ADHI	57
Tabel 4.13 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMA- GARCH Perusahaan PTPP	57
Tabel 4.14 Estimasi nilai VaR dengan Pendekatan ARMA- GARCH	59
Tabel 4.15 Estimasi nilai CVaR dengan Pendekatan ARMA- GARCH	66

Tabel 4.16	Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX.....	68
Tabel 4.17	Uji Asumsi White Noise Model ARMAX.....	70
Tabel 4.18	Uji Normalitas Residual ARMAX.....	71
Tabel 4.19	Pemilihan Model ARMAX Terbaik Berdasarkan AIC.....	72
Tabel 4.20	Uji Lagrange Multiplier pada Residual Model ARMAX.....	72
Tabel 4.21	Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-GARCHX Perusahaan WIKA.....	75
Tabel 4.22	Pemodelan ARMAX-GARCHX Ulang Return Perusahaan WIKA	76
Tabel 4.23	Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-GARCHX Perusahaan WSKT	76
Tabel 4.24	Pemodelan ARMAX-GARCHX Ulang Return Perusahaan WSKT	77
Tabel 4.25	Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-GARCHX Perusahaan ADHI.....	78
Tabel 4.26	Pemodelan ARMAX-GARCHX Ulang Return Perusahaan ADHI	79
Tabel 4.27	Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-GARCHX Perusahaan PTPP	80
Tabel 4.28	Pemodelan ARMAX-GARCHX Ulang Return Perusahaan PTPP	81
Tabel 4.29	Estimasi nilai VaR dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX	83
Tabel 4.30	Estimasi nilai CVaR dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX	90
Tabel 4.31	Hasil Expected Shortfall Pendekatan ARMA-GARCH dengan Variabel Eksogen.....	93
Tabel 4.32	Hasil Expected Shortfall Pendekatan ARMA-GARCH dengan Variabel Eksogen.....	93
Tabel 4.33	VaR Duration Test untuk Risiko dengan Pendekatan ARMA-GARCH.....	95

Tabel 4.34	Perhitungan $E(D)$ pada VaR untuk Risiko dengan Pendekatan ARMA-GARCH	97
Tabel 4.35	VaR Duration Test untuk Profit dengan Pendekatan ARMA-GARCH.....	98
Tabel 4.36	Perhitungan $E(D)$ pada VaR untuk Profit dengan Pendekatan ARMA-GARCH	99
Tabel 4.37	CVaR Duration Test untuk Risiko dengan Pendekatan ARMA-GARCH.....	100
Tabel 4.38	Perhitungan $E(D)$ pada CVaR untuk Risiko dengan Pendekatan ARMA-GARCH	102
Tabel 4.39	CVaR Duration Test untuk Profit dengan Pendekatan ARMA-GARCH.....	103
Tabel 4.40	Perhitungan $E(D)$ pada CVaR untuk Profit dengan Pendekatan ARMA-GARCH	104
Tabel 4.41	VaR Duration Test untuk Risiko dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX	106
Tabel 4.42	Perhitungan $E(D)$ pada VaR untuk Risiko dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX	107
Tabel 4.43	VaR Duration Test untuk Profit dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX	108
Tabel 4.44	Perhitungan $E(D)$ pada VaR untuk Risiko dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX	110
Tabel 4.45	CVaR Duration Test untuk Risiko dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX	111
Tabel 4.46	Perhitungan $E(D)$ pada CVaR untuk Risiko dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX	112
Tabel 4.47	CVaR Duration Test untuk Profit dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX	113
Tabel 4.48	Perhitungan $E(D)$ pada CVaR untuk Profit dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX	115

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Data <i>Return</i> Harian Saham WIKA, WSKT, ADHI dan PTPP125
Lampiran 2	Data Harga Harian Kurs IDR/USD dan IHSG126
Lampiran 3	Statistika Deskriptif Harga Saham <i>Close</i> dan <i>Return</i> Perusahaan WIKA, WSKT, ADHI dan PTPP127
Lampiran 4	Sintaksis <i>Time Series</i> Plot dan Boxplot Harga Saham, <i>Return</i> dan Variabel Eksogen127
Lampiran 5	Sintaksis R Plot ACF dan PACF128
Lampiran 6	Sintaksis R Uji Signifikansi Parameter Model ARMA WIKA128
Lampiran 7	Sintaksis R Uji Signifikansi Parameter Model ARMA WSKT129
Lampiran 8	Sintaksis R Uji Signifikansi Parameter Model ARMA ADHI.....130
Lampiran 9	Sintaksis R Uji Signifikansi Parameter Model ARMA Saham PTPP.....131
Lampiran 10	Sintaksi R Uji Kolmogorov Smirnov131
Lampiran 11	Sintaksi R Uji Lagrange Multiplier (LM).....132
Lampiran 12	Sintaksi R Plot ACF dan PACF Residual Kuadrat132
Lampiran 13	Sintaksi R Estimasi Parameter untuk Data WIKA dengan Model ARMA(0,1)-GARCH(1,0), ARMA(0,1)-GARCH(0,1) dan ARMA(0,1)-GARCH(1,1).....133
Lampiran 14	Sintaksi R Estimasi Parameter untuk Data WSKT dengan Model ARMA(1,0)-GARCH(1,0), ARMA(1,0)-GARCH(0,1) dan ARMA(1,0)-GARCH(1,1).....135

Lampiran 15	Sintaksi R Estimasi Parameter untuk Data ADHI dengan Model ARMA(1,0)-GARCH(1,0), ARMA(1,0)-GARCH(0,1) dan ARMA(1,0)-GARCH(1,1).....	137
Lampiran 16	Sintaksi R Estimasi Parameter untuk Data PTPP dengan Model ARMA(0,1)-GARCH(1,0), ARMA(0,1)-GARCH(0,1) dan ARMA(0,1)-GARCH(1,1).....	140
Lampiran 17	Sintaksi R Estimasi VaR ARMA-GARCH	142
Lampiran 18	Sintaksi R Estimasi CVaR ARMA-GARCH	143
Lampiran 19	Sintaksis R Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX WIKA	144
Lampiran 20	Sintaksis R Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX WSKT.....	145
Lampiran 21	Sintaksis R Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX ADHI.....	146
Lampiran 22	Sintaksis R Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX PTPP.....	147
Lampiran 23	Sintaksi R Uji Kolmogorov Smirnov ARMAX	148
Lampiran 24	Sintaksi R Uji Lagrange Multiplier (LM) ARMAX	149
Lampiran 25	Sintaksi R Plot ACF dan PACF Residual Kuadrat ARMAX	151
Lampiran 26	Sintaksi R Estimasi Parameter untuk Data WIKA dengan Model ARMAX(0,1,2)-GARCHX(1,0,2), ARMAX(0,1,2)-GARCHX(0,1,2) dan ARMAX(0,1,2)-GARCHX(1,1,2).....	150
Lampiran 27	Sintaksi R Estimasi Parameter untuk Data WSKT dengan Model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,0,2), ARMAX(1,0,2)-GARCHX(0,1,2) dan ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,1,2).....	153

Lampiran 28	Sintaksi R Estimasi Parameter untuk Data ADHI dengan Model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,0,2), ARMAX(1,0,2)-GARCHX(0,1,2) dan ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,1,2).....	155
Lampiran 29	Sintaksi R Estimasi Parameter untuk Data PTPP dengan Model ARMAX(0,1,2)-GARCHX(1,0,2), ARMAX(0,1,2)-GARCHX(0,1,2) dan ARMAX(0,1,2)-GARCHX(1,1,2).....	158
Lampiran 30	Sintaksi R Estimasi VaR ARMAX-GARCHX	160
Lampiran 31	Sintaksi R Estimasi CVaR ARMAX-GARCHX	161
Lampiran 32	Sintaksi R Duration Test VaR ARMA-GARCH	162
Lampiran 33	Sintaksi R Duration Test CVaR ARMA-GARCH.....	163
Lampiran 34	Sintaksi R Duration Test VaR ARMAX-GARCHX	165
Lampiran 35	Sintaksi R Duration Test CVaR ARMAX-GARCHX	166
Lampiran 36	Sintaksi R Perhitungan E(D)	168
Lampiran 37	Surat Pernyataan Pengambilan Data.....	169

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di Asia, Indonesia memimpin pertumbuhan ekonomi berdasarkan tiga kategori yaitu, nilai tukar mata uang, pertumbuhan ekonomi dan *approval rating* (angka dukungan) (Bloomberg, 2016). Berdasarkan Bloomberg, pertumbuhan ekonomi di Indonesia cukup tinggi salah satunya dikarenakan adanya kebijakan *Tax Amnesty* yang membantu pendanaan infrastruktur. Pertumbuhan perekonomian dapat pula diketahui melalui pasar modal. Pasar modal merupakan salah satu cara perusahaan mendapatkan dana segar dari masyarakat yang berupa saham ataupun surat berharga lainnya. Masyarakat yang mengalokasikan dana ke pasar modal memiliki tujuan utama yaitu investasi, sehingga memiliki tujuan untuk mendapatkan keuntungan yang besar.

Investor dapat memilih berbagai instrumen tersebut dan biasanya investor akan memilih perusahaan yang dapat memberikan ekspektasi pengembalian (*return*) yang tinggi. Menurut Zuhra, Noviyanti dan Bachrudin (2015) investor ingin memaksimalkan *return* dengan risiko yang minimal, akan tetapi fakta yang terjadi adalah *return* yang tinggi selalu memiliki risiko yang tinggi pula (*high return high risk*). Nilai saham sendiri terpengaruh berbagai aspek, seperti dalam penelitian Naufal (2016) nilai saham dapat berubah salah satunya karena peluncuran kebijakan paket ekonomi dan adanya *reshuffle* kabinet. Berdasarkan hal tersebut diketahui bahwa informasi pada pasar modal memegang peranan penting terhadap *return* dari saham itu sendiri.

Sedikit berbeda dengan pasar modal, *Tax Amnesty* yang dilakukan pemerintah Indonesia pada 1 Juli 2016 diharapkan memberi dampak positif bagi perekonomian yang lebih luas, seperti pembangunan infrastruktur, likuiditas sistem keuangan dan pertumbuhan ekonomi. Instrumen investasi yang wajib ditebus berdasarkan Peraturan Menteri Keuangan (PMK) No. 119/PMK.08/2016 adalah surat berharga negara (SBN), obligasi, investasi pada bidang *real estate* dan properti dan deposito yang dapat di repatriasi melalui 18 Bank, 19 pialang saham dan 18 *investment manager*. Berdasarkan hal tersebut pasar saham tentunya akan terpengaruh *tax amnesty*, ini terbukti dengan nilai transaksi harian saham di BEI dari Rp. 5,5 triliun per hari menjadi Rp. 8 triliun per hari (Fajriah, 2016).

Tax amnesty memberikan dampak yang signifikan terhadap kinerja perusahaan sektor konstruksi dan infrastruktur khususnya BUMN, karena dana repatriasi dari *tax amnesty* tersebut akan digunakan untuk membiayai proyek di sektor konstruksi dan infrastruktur (Siringoringo & Indrastiti, 2016). Perusahaan pada sektor konstruksi dan infrastruktur yang memiliki nilai kapitalisasi pasar terbesar dan diduga akan mendapat keuntungan dengan adanya *tax amnesty* adalah PT. Waskita Karya Tbk (WSKT), PT. Wijaya Karya Tbk (WIKA), PT. Adhi Karya Tbk (ADHI), dan PT. Pembangunan Perumahan Tbk (PTPP). Berdasarkan saham LQ45 yang memiliki anggota 45 saham perusahaan paling likuid di Indonesia, keempat perusahaan tersebut terdapat didalamnya. Hal ini menunjukkan bahwa keempat saham tersebut memiliki kapitalisasi pasar yang besar pada sektor konstruksi dan infrastruktur, serta memiliki saham yang likuid.

High return high risk merupakan karakteristik saham yang membuat para investor saham perlu memperhitungkan tingkat

risiko ketika akan membeli saham. Salah satu cara untuk memperhitungkan tingkat risiko adalah menggunakan VaR (*Value at Risk*). Menurut Dharmawan (2014) metode VaR sudah menjadi alat ukur yang standar dalam menghitung risiko dan menjadi metode yang paling populer jika dibandingkan metode lainnya seperti *Expected-Shortfall*(ES). VaR merupakan alat ukur yang dapat menghitung besarnya kerugian terburuk yang terjadi pada portofolio saham dengan tingkat kepercayaan dan periode waktu tertentu. Perhitungan VaR dengan pendekatan *mean-variance* cukup sederhana, akan tetapi tidak cocok digunakan pada data yang memiliki volatilitas tinggi. Kelemahan tersebut dapat diatasi dengan pendekatan *Generalized Autoregressive Heterokedasticity* (GARCH). Selain GARCH, VaR sering dihitung dengan berbagai pendekatan seperti kombinasi antara ARMA dan GARCH.

Volatilitas yang tinggi merupakan karakteristik dari data *return* saham. Data tersebut harus ditangani dengan menganalisis menggunakan metode yang sesuai, salah satunya dengan menggunakan pendekatan *Generalized Autoregresive Conditional Heteroskedasticity* (GARCH). Metode GARCH ini ditemukan oleh Bollerslev pada tahun (1986) karena ragam residual tidak hanya bergantung pada periode lalu seperti yang dikemukakan Engle (1982) pada model *autoregressive conditional heteroscedasticity* (ARCH). Menurut penelitian (Sudjati, 2017) variabel makro ekonomi yang mempengaruhi *return* saham adalah IHSG (Indeks Harga Saham Gabungan) dan kurs rupiah terhadap dollar. Metode CAPM antara saham IHSG dibandingkan dengan saham sub sektor konstruksi dan bangunan menunjukkan hasil nilai β yang lebih dari 1 yang artinya IHSG berpengaruh signifikan terhadap saham sub sektor konstruksi dan bangunan. Oleh karena itu, metode yang digunakan dalam penelitian ini

harus dapat menangkap efek dari variabel eksogen itu sendiri, seperti ARMAX dan GARCHX dimana X adalah variabel eksogen.

Metode ARIMAX memiliki asumsi yang sama dengan ARIMA, yaitu data harus stasioner, baik stasioner dalam *mean* maupun dalam *varians*, kemudian residual harus bersifat independen atau bersifat *white noise*. Menurut Elvitra, Warsito dan Hoyyi (2013) yang menggunakan metode APARCH untuk memodel data *return* mendapatkan kesimpulan bahwa data deret waktu tersebut telah stasioner terhadap *mean* karena nilainya berada di sekitar nol. Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan model ARMAX tanpa menggunakan *integrated* karena tidak perlu melakukan *differencing*. Dalam penelitian Rukini dan Suhartono (2013) pemodelan ARMAX pada data *return* masih memberikan hasil *residual* dengan *varians* yang tidak homogen atau konstan, oleh karena itu pemodelan ARMAX dapat dilakukan pendekatan bersama-sama dengan GARCHX agar dapat menangkap *varians* dari residual yang heterogen..

Pendekatan ARMAX-GARCHX pada VaR pernah dilakukan Sudjati (2017) dengan menggunakan data *return* saham perusahaan sub-sektor konstruksi dan infrastruktur. Penelitian tersebut terbukti dapat menangkap volatilitas yang tinggi dan nilai ekstrim pada data *return* saham, akan tetapi menghasilkan nilai mean model atau ARMAX yang bersifat berlebihan (*redundant*), sehingga menyebabkan perhitungan VaR belum mampu menghasilkan tingkat akurasi yang baik. Selain pendekatan VaR terdapat metode lain yang dapat menangkap efek variabel eksogen yaitu *Conditional Value at Risk* (CVaR). Metode CVaR sendiri tidak terikat pada asumsi distribusi normal sehingga sesuai jika digunakan pada data yang memiliki volatilitas tinggi seperti data *return* saham. Nastiti (2016) melakukan estimasi risiko

investasi saham dengan menggunakan metode CVaR dengan pendekatan ARMA-GARCH dan EVT pada data *return* saham sektor telekomunikasi.

Berdasarkan penjelasan tersebut, akan dilakukan analisis risiko menggunakan VaR dengan pendekatan ARMAX-GARCHX dan CVaR untuk menghitung tingkat risiko berdasarkan adanya faktor dependensi antar saham yang juga dihubungkan dengan variabel makro ekonomi, yaitu kurs IDR/USD dan *return* saham IHSG. Efek dari *tax amnesty* terhadap saham sub sektor konstruksi dan bangunan akan terlihat pada melebarnya batas VaR atau CVaR dalam penelitian ini. Konsep *moving window* pada data deret waktu akan digunakan, dimana satu *window* terdiri dari 250, 300 dan 350 hari. Konsep ini digunakan agar mendapatkan model dasar yang sama dan parameter yang optimal. Setelah didapatkan perhitungan VaR dan CVaR akan dilakukan *backtesting* dengan menggunakan *duration test*, karena dalam data finansial terdapat efek durasi pada risiko yang terjadi

1.2 Rumusan Masalah

Seorang investor harus bisa mengelola setiap informasi terkait pasar modal. Metode yang dapat digunakan untuk mengelola risiko pada data yang memiliki volatilitas tinggi serta dipengaruhi oleh variabel lain adalah metode VaR dan CVaR. Berdasarkan uraian latar belakang, permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana karakteristik *return* saham di PT. Waskita Karya Tbk, PT. Wijaya Karya Tbk, PT. Adhi Karya Tbk, dan PT. Pembangunan Perumahan Tbk, *return* kurs IDR/USD dan *return* IHSG, kemudian bagaimana hasil pemodelan volatilitas dan estimasi nilai VaR saham PT. Waskita Karya Tbk, PT. Wijaya Karya Tbk, PT. Adhi Karya Tbk,

dan PT. Pembangunan Perumahan Tbk dan membandingkan estimasi risiko menggunakan *duration test* sebagai *backtesting*.

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, berikut adalah tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini.

1. Mendeskripsikan karakteristik *return* saham di PT. Waskita Karya Tbk, PT. Wijaya Karya Tbk, PT. Adhi Karya Tbk, PT. Pembangunan Perumahan Tbk, IHSG dan *return* kurs rupiah terhadap dolar amerika (IDR/USD)
2. Menghitung estimasi risiko saham di PT. Waskita Karya Tbk, PT. Wijaya Karya Tbk, PT. Adhi Karya Tbk, dan PT. Pembangunan Perumahan Tbk menggunakan metode VaR dan CVaR dengan pendekatan ARMA-GARCH dan ARMAX-GARCHX
3. Mengetahui hasil perbandingan keakuratan estimasi risiko menggunakan VaR dan CVaR dengan menggunakan *duration test* sebagai *backtesting*.
4. Mengetahui hasil perbandingan *moving window* untuk panjang 250, 375 dan 500 pada *return* saham PT. Waskita Karya Tbk, PT. Wijaya Karya Tbk, PT. Adhi Karya Tbk, PT. Pembangunan Perumahan Tbk

1.4 Manfaat

Manfaat yang diperoleh pada penelitian ini yaitu menambah wawasan mengenai aplikasi statistika dalam menerapkan metode VaR, CVaR dan ARMAX-GARCHX di bidang ekonomi dan finansial, khususnya saham. Kemudian dapat memberikan tambahan informasi kepada para investor sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan investasi. Manfaat lainnya yaitu,

dapat memberi bahan referensi untuk penelitian mengenai risiko *return* saham.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah menggunakan variabel eksogen berupa kurs rupiah terhadap dolar Amerika (IDR/USD) dan *return* IHSG untuk memodelkan ARMAX-GARCHX. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah *return* saham PT. Waskita Karya Tbk, PT. Wijaya Karya Tbk, PT. Adhi Karya Tbk, dan PT. Pembangunan Perumahan Tbk.

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Return Saham*

Return atau tingkat pengembalian adalah selisih antara jumlah yang diterima dan jumlah yang diinvestasikan, kemudian dibagi dengan jumlah yang diinvestasikan. Dari definisi tersebut dapat diketahui bahwa return saham merupakan hasil keuntungan atau kerugian dari suatu investasi saham yang berupa *dividen*. *Expected return* merupakan besarnya nilai pengembalian atau return dari investor terhadap saham yang diinvestasikannya, *lalu realized return* adalah nilai dari return yang telah terjadi berdasarkan data historis. Apabila menginginkan *expected return* yang tinggi maka harus berani menerima risiko yang tinggi pula karena *expected return* memiliki korelasi positif terhadap tingkat risiko. Nilai return saham dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.1) sebagai berikut (Brigham & Houston, 2009).

$$R_t = \frac{(\text{Expected Return} - \text{Realized Return})}{\text{Realized Return}} \text{ atau } R_t = \frac{S_t - S_{t-1}}{S_{t-1}} \quad (2.1)$$

Return harian untuk kurs dikenal dengan sebutan *return individual*. *Return* ini merupakan persentase dari logaritma natural (\ln) kurs pada saat t dibagi kurs pada saat $t-1$. Untuk lebih jelasnya pada persamaan (2.2) (Ariany, Kuswanto, & Suhartono, 2012)

$$R_t = \ln \frac{S_t}{S_{t-1}} \quad (2.2)$$

2.2 *Nilai Tukar*

Nilai tukar atau Kurs adalah suatu nilai mata uang jika ditukarkan dengan mata uang negara lain. Kurs menjadi suatu harga yang penting dalam perekonomian terbuka, karena

ditentukan oleh adanya keseimbangan permintaan dan penawaran yang terjadi di pasar dan memiliki pengaruh yang besar bagi variabel makro ekonomi di suatu negara. Kurs dapat dijadikan alat untuk mengukur kondisi perkonomian suatu negara. Pertumbuhan kurs yang stabil menunjukkan bahwa negara tersebut memiliki kondisi ekonomi yang baik (Oktavia, Sentosa, & Aimon, 2013). Jika mata uang di suatu negara terapresiasi, maka harga barang-barang dalam negeri akan lebih mahal sementara haraga barang-barang di luar negeri menjadi lebih murah dan sebaliknya jika mata uang suatu negara terdepresiasi maka harga barang-barang di dalam negeri akan menjadi murah, lalu harga barang-barang di luar neger akan mahal. Kurs dapat dibedakan menjadi tiga yaitu, kurs jual, kurs beli dan kurs tengah. Kurs jual merupakan harga jual mata uang negara lain (*valuta asing*) oleh bank ataupun *money changer*. Kurs beli merupakan kurs yang diberlakukan oleh bank atau *money changer* jika melakukan pembelian mata uang *valuta* asing. Sedangkan, kurs tengah merupakan rata-rata dari kurs jual dan kurs beli.

2.3 Analisis Deret Waktu

Metode yang digunakan untuk meramalkan suatu kejadian adalah analisis deret waktu. Model yang dapat dibentuk pada analisis deret waktu secara univariat adalah AR (*Autoregressive*), MA (*Moving Average*), ARMA (*Autoregressive Moving Average*) ataupun ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*).

2.3.1 ARMA (*Autoregressive Moving Average*)

Autoregressive Moving Average (ARMA) merupakan penggabungan dari model AR dan MA. Metode ini merupakan salah satu metode dari analisis deret waktu yang sering digunakan. Model ARIMA tersusun oleh AR dengan orde p yang memiliki model umum pada persamaan (2.3)

$$\dot{Z}_t = \mu + \phi_1 \dot{Z}_{t-1} + \dots + \phi_p \dot{Z}_{t-p} + a_t \text{ atau } \phi_p(B)\dot{Z}_t = a_t \quad (2.3)$$

dimana t berjalan dari 1 sampai T , $\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)$, $\dot{Z}_t = Z_t - \mu$ dan a_t merupakan proses yang *white noise*, kemudian untuk proses MA dengan orde q dapat dilihat model umumnya pada persamaan (2.4).

$$\dot{Z}_t = \mu + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q} \text{ atau } \dot{Z}_t = \theta(B)a_t \quad (2.4)$$

dengan t berjalan dari 1 sampai T dan $\theta(B) = (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q)$.

Orde p pada AR dan q pada MA didapatkan pada proses identifikasi dengan menggunakan *autocorrelation function* (ACF) dan *partial autocorrelation function* (PACF) yang membutuhkan syarat stasioneritas. ARMA yang merupakan gabungan dari kedua model tersebut untuk identifikasi model juga butuh stasioneritas dimana nilai $E(Y_t) = \mu$ dan $Var(Y_t) = \sigma^2$ untuk setiap t agar nilai ACF dan PACF dapat digunakan. Proses men-stasionerkan dilakukan dengan dua ketentuan, yaitu stasioner terhadap *mean* dan stasioner terhadap *varians*, akan tetapi jika data telah stasioner tanpa proses *differencing* maka dapat menggunakan model ARMA (p, q) . Model umum untuk ARMA (p, q) dapat dilihat pada persamaan (2.5) (Wei, 2006).

$$\dot{Z}_t = \mu + \phi_1 \dot{Z}_{t-1} + \dots + \phi_p \dot{Z}_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q} \quad (2.5)$$

Langkah-langkah yang diperlukan untuk mendapatkan model ARMA secara umum ada tiga langkah yang harus dilakukan. Berikut adalah ketiga langkah untuk memperoleh model ARMA.

1. Identifikasi Model

Pada tahap ini akan dilakukan identifikasi orde dari model ARMA atau ARIMA dengan melihat plot ACF dan PACF. ACF adalah fungsi korelasi antara Z_t dan Z_{t-k} yang digunakan untuk

mentukan orde MA (Wei, 2006). Formula untuk ACF dapat dilihat pada persamaan (2.6) berikut.

$$\rho_k = \text{Corr}(Z_t, Z_{t+k}) = \frac{\text{Cov}(Z_t, Z_{t+k})}{\sqrt{\text{Var}(Z_t)}\sqrt{\text{Var}(Z_{t+k})}} \quad (2.6)$$

dengan,

$$\rho_k = \text{autokorelasi pada lag ke-}k$$

$$\text{Cov}(Y_t, Y_{t+k}) = E(Z_t - \mu)(Z_{t+k} - \mu)$$

$$\text{Var}(Y_t) = \text{Var}(Z_{t+k})$$

Kemudian untuk PACF yang digunakan untuk menentukan orde AR adalah fungsi korelasi antara Z_t dan Z_{t-k} , akan tetapi dengan mengeluarkan dependensi linier $Z_{t-1}, Z_{t-2}, \dots, Z_{t-k+1}$ (Wei, 2006). Formula untuk PACF dapat dilihat pada persamaan (2.7) sebagai berikut.

$$P_k = \text{Corr}(Z_t, Z_{t+k} \mid Z_{t+1}, Z_{t+2}, \dots, Z_{t+k-1})$$

atau

$$P_k = \frac{\text{Cov}[(Z_t - \hat{Z}_t), (Z_{t+k} - \hat{Z}_{t+k})]}{\sqrt{\text{Var}(Z_t - \hat{Z}_t)}\sqrt{\text{Var}(Z_{t+k} - \hat{Z}_{t+k})}}, \quad (2.7)$$

dengan

$$\begin{aligned} \hat{Z}_t &= f(Z_{t+1}, Z_{t+2}, \dots, Z_{t+k-1}) \\ &= \beta_1 Z_{t+1} + \beta_2 Z_{t+2} + \dots + \beta_{k-1} Z_{t+k-1}; \beta_i (1 \leq i \leq k-1) \text{ adalah} \\ &\quad \text{mean squared koefisien regresi linier.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \hat{Z}_{t+k} &= f(Z_{t+1}, Z_{t+2}, \dots, Z_{t+k-1}) \\ &= \alpha_1 Z_{t+k-1} + \alpha_2 Z_{t+k-2} + \dots + \alpha_{k-1} Z_{t+1}; \alpha_i (1 \leq i \leq k-1) \text{ adalah} \\ &\quad \text{mean squared koefisien regresi linier.} \end{aligned}$$

2. Estimasi Parameter

Didapatkannya dugaan orde AR dan MA pada model ARMA(p, q), maka tahapan selanjutnya adalah melakukan estimasi parameter apakah parameter tersebut signifikan atau

tidak dan didapatkan nilai dari masing-masing parameter tersebut. Proses estimasi parameter sendiri biasanya menggunakan MLE (*Maximum Likelihood Estimation*), dikarenakan dengan menggunakan MLE semua informasi pada data yang diteliti tidak hanya terbatas pada momen pertama dan kedua. Pada metode ini akan menggunakan fungsi kepadatan peluang gabungan seperti pada persamaan (2.8).

$$P(a|\phi, \mu, \theta, \sigma_a^2) = (2\pi\sigma_a^2)^{-n/2} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma_a^2} \sum_{t=1}^n a_t^2\right) \quad (2.8)$$

dengan $a = (a_1, a_2, \dots, a_n)'$

dengan $a_t = \theta_1 a_{t-1} + \dots + \theta_q a_{t-q} + Z_t - \phi_1 Z_{t-1} - \dots - \phi_p Z_{t-p}$

Misal $Z = Z_1, Z_2, \dots, Z_n$ dengan mengasumsikan bahwa initial condition vektor untuk $Z_* = Z_{1-p}, Z_{2-p}, \dots, Z_{-1}, Z_0$, dan $a_* = a_{1-q}, a_{2-q}, \dots, a_{-1}, a_0$, maka didapatkan fungsi log-likelihood dari persamaan (2.9).

$$\ln L_*(a|\phi, \mu, \theta, \sigma_a^2) = -\frac{n}{2} \ln 2\pi\sigma_a^2 - \frac{1}{2\sigma_a^2} \sum_{t=1}^n a_t^2(\phi, \mu, \theta|Z_*, a_*, \sigma_a^2) \quad (2.9)$$

dengan $\sum_{t=1}^n a_t^2(\phi, \mu, \theta|Z_*, a_*, \sigma_a^2) = S_*(\phi, \mu, \theta)$ merupakan fungsi *conditional sum of square*. Diasumsikan bahwa variabel $\{Z_t\}$ bersifat stasioner maka nilainya dapat digantikan dengan \bar{Z} dan a_t yang bersifat *white noise* $N(0, \sigma_2)$ dapat diganti dengan nilai 0, sehingga diperoleh $S_*(\phi, \mu, \theta)$ sebagai berikut.

$$S_*(\hat{\phi}, \hat{\mu}, \hat{\theta}) = \sum_{t=p+1}^n a_t^2(\phi, \mu, \theta|Z) \quad (2.10)$$

Setelah mendapat $\hat{\phi}$, $\hat{\mu}$ dan $\hat{\theta}$ dengan menggunakan model ARMA(p, q) $\hat{\sigma}_a^2$ dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.11) sebagai berikut.

$$\hat{\sigma}_a^2 = \frac{S_*(\hat{\phi}, \hat{\mu}, \hat{\theta})}{n - (2p + q + 1)} \quad (2.11)$$

Setelah didapatkan nilai estimasi dari persamaan sebelumnya, maka selanjutnya dilakukan pengujian signifikansi untuk parameter – parameter tersebut. Pada $AR_{(p)}$ diketahui orde p menunjukkan orde AR yang signifikan, jika $j = 1, 2, \dots, p$, maka hipotesis yang digunakan untuk melakukan pengujian AR adalah sebagai berikut.

$H_0 : \phi_i = 0$ dimana $i=1, 2, 3, \dots, p$ (Parameter AR tidak signifikan)

$H_1 : \phi_i \neq 0$ (Parameter AR signifikan)

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\phi}_i}{SE(\hat{\phi}_i)} \quad (2.12)$$

H_0 akan ditolak apabila nilai $|t_{hitung}| > t_{\alpha/2, n-n_p}$ atau nilai $p\text{-value} < \alpha$ dengan n_p adalah banyaknya parameter AR pada model. Tolak H_0 menunjukkan bahwa parameter dari model $AR_{(p)}$ telah signifikan. Kemudian untuk hipotesis yang digunakan pada pengujian signifikansi parameter model $MA_{(q)}$ adalah sebagai berikut.

$H_0: \theta_i = 0$, dimana $i=1, 2, 3, \dots, q$ (Parameter MA tidak signifikan)

$H_1: \theta_i \neq 0$, (Parameter MA signifikan)

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\theta}_i}{SE(\hat{\theta}_i)} \quad (2.13)$$

H_0 akan ditolak apabila nilai $|t_{hitung}| > t_{\alpha/2, n-n_q}$ atau nilai $p\text{-value} < \alpha$ dengan n_q adalah banyaknya parameter MA pada

model. Tolak H_0 menunjukkan bahwa parameter dari model $MA_{(q)}$ telah signifikan.

3. Cek Diagnosa

Seperti pada pembahasan sebelumnya, setelah didapatkan parameter yang signifikan pada model $ARMA(p,d,q)$ maka dilakukan cek diagnosa agar memenuhi asumsi yang terdapat pada $ARIMA$. Asumsi yang harus dipenuhi, yaitu asumsi residual a_t yang *white noise* dan berdistribusi normal. Digunakan uji Ljung-Box untuk mengetahui apakah residual a_t telah independen atau belum, Jika K merupakan panjang *lag* yang akan diuji, hipotesis yang digunakan pada uji ini adalah sebagai berikut.

$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_K = 0$ (Antar residual tidak ada korelasi atau *white noise*)

$H_1 : \text{minimal ada satu nilai } \rho_k \neq 0 \text{ dimana } k=1,2,3,\dots,K$ (Ada korelasi dalam residual atau tidak *white noise*)

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^K \frac{\hat{\rho}_k^2}{n-k} \quad (2.14)$$

dengan Q mengikuti distribusi *chi-square* dengan derajat bebas $K-p-q$, dengan nilai p dan q adalah orde dari $ARIMA(p,d,q)$.

H_0 ditolak apabila $Q > \chi_{\alpha, K-p-q}^2$ atau nilai *p-value* $< \alpha$ dimana p merupakan banyaknya parameter AR pada model dan q merupakan banyaknya parameter MA pada model. Apabila H_0 ditolak maka residual tidak bersifat *white noise*.

Selanjutnya untuk mengecek apakah residual a_t berdistribusi normal digunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Uji *Kolmogorov-Smirnov* akan membandingkan fungsi distribusi empiris atau $F(a_t)$ dengan fungsi distribusi yang akan diuji $F_0(a_t)$.

Hipotesis yang digunakan adalah.

$H_0 : F_n(a_t) = F_0(a_t)$ (Residual data mengikuti distribusi normal)

$H_1 : F_n(a_t) \neq F_0(a_t)$ (Residual data tidak mengikuti distribusi normal)

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$D = \text{Sup} |F_n(a_t) - F_0(a_t)| \quad (2.15)$$

Keterangan:

$F(a_t)$ = fungsi distribusi frekuensi kumulatif *residual*

$F_0(a_t)$ = fungsi distribusi frekuensi kumulatif distribusi normal

Sup = nilai maksimum dari semua hasil $|F_n(a_t) - F_0(a_t)|$

Daerah penolakan adalah jika D lebih besar dari $d_{T,\alpha}$ (O'Connor & Kleyner, 2012).

4. Pemilihan Model Terbaik

Untuk menentukan model yang terbaik maka dapat dilakukan evaluasi model. Evaluasi model akan membandingkan beberapa dugaan model deret waktu yang telah didapatkan. Terdapat beberapa kriteria untuk melakukan pemilihan model terbaik yang dapat digunakan sebagai alternatif untuk memilih model deret waktu berdasarkan data *in-sample*, salah satunya yaitu *Akaike's Information Criterion* (AIC). Persamaan (2.16) dapat menunjukkan cara mendapatkan nilai AIC dari suatu model yang akan dibandingkan (Wei, 2006).

$$AIC(\psi) = n \ln \hat{\sigma}_a^2 + 2\psi \quad (2.16)$$

dengan ψ merupakan banyaknya parameter dari model.

2.3.2 ARMAX (*Autoregressive Moving Average with Exogenous Variables*)

Model ARMAX merupakan model ARMA yang dimodifikasi dengan memberikan variabel eksogen (prediktor). Variabel eksogen yang bisa digunakan dapat berupa *dummy* atau variabel prediktor deret waktu tertentu. Variabel *dummy* dapat berupa variasi kalender seperti hari raya idul fitri dan natal untuk

tren yang deterministik. (Suhartono, Lee, & Prastyo, 2015). Data finansial sering kali memiliki hubungan dengan variabel makro ekonomi maupun bisnis. Data tersebut biasanya tidak hanya dipengaruhi oleh data sebelumnya (historis) saja, melainkan dipengaruhi oleh variabel eksogen. Pemodelan deret waktu dengan menambah variabel eksogen sering dilakukan untuk meningkatkan akurasi peramalan. Pada penelitian ini tahapan pengembangan model ARMAX terdiri dari prosedur pembentukan model dengan input secara metrik. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan digunakan model ARMAX karena nilai *return* merupakan deret waktu yang telah stasioner terhadap *mean* sehingga tidak perlu dilakukan *differencing*, maka model tanpa menggunakan unsur *integrated*. Model umum ARMAX disajikan pada persamaan (2.17) sebagai berikut (Hyndman, 2010).

$$\begin{aligned}\dot{Z}_t = & \delta_1 X_{1,t} + \dots + \delta_u X_{u,t} + \phi_1 \dot{Z}_{t-1} + \dots + \phi_p \dot{Z}_{t-p} \\ & + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q}\end{aligned}\quad (2.17)$$

atau dapat ditulis pula pada persamaan (2.18)

$$\dot{Z}_t = \sum_{u=1}^U \delta_u X_{u,t} + \sum_{v=1}^p \phi_j \dot{Z}_{t-j} - \sum_{k=1}^q \theta_j a_{t-1} + a_t \quad (2.18)$$

dengan nilai $X_{u,t}$ merupakan variabel eksogen ke- u pada waktu ke- t dan a adalah koefisiennya. Nilai δ tidak akan mempengaruhi \dot{Z}_t ketika $X_{u,t}$ ditambahkan dalam persamaan tersebut (seperti metode regresi). Jika persamaan (2.17) ditulis dengan menggunakan operator *backshift* maka didapatkan persamaan (2.19) sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\phi_p(B)\dot{Z}_t = & \sum_{u=1}^U \delta_u X_{u,t} + \theta_q(B)a_t \text{ atau} \\ \dot{Z}_t = & \frac{\sum_{u=1}^U \delta_u X_{u,t}}{\phi_p(B)} + \frac{\theta_q(B)}{\phi_p(B)} a_t\end{aligned}\quad (2.19)$$

dengan $\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p$ dan $\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q$

Persamaan (2.19) dapat ditulis dengan menggunakan bentuk regresi dengan *error* yang membentuk model ARMA, dimana model tersebut disajikan dalam persamaan (2.20)

$$\dot{Z}_t = \delta X_t + n_t \quad (2.20)$$

dengan $n_t = \phi_1 n_{t-1} + \dots + \phi_p n_{t-p} - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q} + a_t$ pada persamaan (2.20) adalah *error* pada waktu ke- t dari proses regresi, sedangkan a_t merupakan *error* pada waktu ke- t dari proses ARMA. Dalam persamaan (2.20) ini koefisien regresi memiliki interpretasi yang biasa dan tidak banyak pilihan model untuk diramalkan, maka apabila persamaan (2.20) ditulis dengan menggunakan operator *backshift*, maka menjadi persamaan (2.21) berikut.

$$\dot{Z}_t = \delta X_t + \frac{\theta_q(B)}{\phi_p(B)} a_t \quad (2.21)$$

Kedua model tersebut dapat dianggap sebagai kasus khusus dari model fungsi transfer. Model fungsi transfer dapat dituliskan dengan persamaan (2.22) berikut.

$$\dot{Z}_t = \frac{\delta_s(B)}{\iota_r(B)} B^b X_t + \frac{\theta_q(B)}{\phi_p(B)} a_t \quad (2.22)$$

Model fungsi transfer dapat diartikan sebuah model yang menggambarkan nilai prediksi masa depan dari suatu variabel deret waktu berdasarkan nilai masa lalunya dan berdasarkan pada satu atau lebih variabel deret waktu lain. Apabila melihat persamaan (2.21) yang merupakan model dari ARMAX diketahui bahwa konsep pemodelan yang digunakan pada penelitian ini menyerupai model fungsi transfer. Pada pemodelan fungsi transfer terdapat orde b , s dan r yang digunakan untuk memodelkan, jika digunakan pada model ARMAX, maka nilai b dan s akan bernilai 0, sedangkan nilai r akan sama dengan orde p .

Berikut merupakan langkah-langkah untuk menentukan model ARMAX.

1. Identifikasi Model

Proses identifikasi model ARMAX yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- Menetapkan orde p dan q untuk model ARMAX, dimana orde tersebut diperoleh dari identifikasi data *return* saham atau \dot{Z}_t menggunakan plot ACF dan PACF, kemudian melakukan pemodelan variabel eksogen ($X_{u,t}$) secara serentak dengan orde u untuk banyaknya variabel eksogen yang signifikan
- Menetapkan nilai (b,s,r) seperti pada model fungsi transfer pada model ARMAX di persamaan (2.21) dengan nilai $b = 0$, $s = 0$ dan $r = p$

2. Penaksiran Parameter

Setelah didapatkan kemungkinan model ARMAX maka selanjutnya adalah penaksiran parameter model ARMAX dengan melihat persamaan (2.23) sebagai berikut.

$$\dot{Z}_t = \frac{\delta}{\phi_p(B)} X_t + \frac{\theta_q(B)}{\phi_p(B)} a_t \quad (2.23)$$

Kemudian dilakukan estimasi parameter $\phi = (\phi_1, \dots, \phi_p)'$, $\theta = (\theta_1, \dots, \theta_q)'$, dan δ didapatkan persamaan (2.24) dapat ditulis menjadi sebagai berikut.

$$\phi_p(B) \dot{Z}_t = \delta X_t + \theta_q(B) a_t \quad (2.24)$$

dengan,

$$\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)$$

$$\theta_q(B) = (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q)$$

maka diperoleh persamaan (2.25) sebagai berikut.

$$a_t = Z_t - \phi_1 Z_{t-1} - \dots - \phi_p Z_{t-p} - \delta X_t + \theta_1 a_{t-1} + \dots + \theta_q a_{t-q} \quad (2.25)$$

dengan mengasumsikan a_t adalah deret *white noise* yang berdistribusi $N(0, \sigma_a^2)$, maka fungsi *conditional likelihoodnya* adalah pada persamaan (2.26) sebagai berikut.

$$L(\phi, \theta, \delta, \sigma_a^2 | x, Z) = (2\pi\sigma_a^2)^{-\frac{n}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma_a^2} \sum_{t=1}^n a_t^2\right) \quad (2.26)$$

2.4 Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (GARCH)

Syarat dalam pemodelan deret waktu adalah residual memiliki varians dari *error* yang konstan, sedangkan dalam data finansial hal tersebut sulit didapatkan karena fluktuasi dari data itu sangatlah besar. Fluktuasi tersebut menyebabkan varians dari *error* tidak selalu dapat terpenuhi atau biasa disebut heterokedastisitas. Pemodelan regresi *time series* menurut Wei (2006) dapat dituliskan pada persamaan (2.27)

$$Z_t = \mu_t + a_t \quad (2.27)$$

dengan nilai a_t adalah residual yang tidak berkorelasi, akan tetapi memiliki varians yang dapat berubah dari waktu ke waktu.

Dalam kasus ini μ_t dapat dimodelkan dengan menggunakan model ARMA dan a_t dapat dimodelkan dengan model ARCH (*autoregressive conditional heteroscedasticity*), dimana model ARCH sendiri dapat menganalisis adanya masalah heterokedastisitas dari ragam residual data deret waktu menurut (Engle, 1982) dalam Ramadhan (2014). Model ARCH dibentuk dikarenakan adanya pengaruh dari varians residual sebelumnya terhadap varians residual saat ini. Model ARCH memiliki bentuk umum pada persamaan (2.28) sebagai berikut.

$$\sigma_t^2 = \omega \sum_{i=1}^r \varphi_i a_{t-i}^2 \quad (2.28)$$

dengan $\omega > 0, \varphi_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, r$.

Bollerslev (1986) berpendapat bahwa ragam residual tidak hanya bergantung pada periode lalu seperti yang dikemukakan Engle (1982) pada model ARCH. Bollerslev mengembangkan model baru modifikasi dari ARCH dengan memasukkan unsur residual periode lalu dan ragam residual periode lalu. Model ini dikenal dengan *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH) dengan orde r dan s , atau GARCH (r,s) . Model GARCH dapat dilihat pada persamaan (2.29) sebagai berikut.

$$\sigma_t^2 = \omega \sum_{i=1}^r \varphi_i a_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^s \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (2.29)$$

dengan $\beta_j > 0, j = 1, 2, \dots, s$.

Model ARCH/GARCH digunakan untuk data yang memiliki volatilitas yang tinggi, terutama pada data finansial yang memiliki varians dari residual yang tidak konstan atau mengalami heterokedastisitas. Dalam Franke, Hardle dan Hafner (2015), mereka melakukan simulasi dari volatilitas data *return* saham DAX yang terdapat volatilitas yang terbagi dalam beberapa bagian yang disebut *clustered volatility*. Terbentuknya *clustered volatility* pada data finansial menyebabkan data tersebut tidak stasioner terhadap varians, padahal syarat pemodelan *time series* adalah stasioner pada varians dari *error*, sehingga diperlukan pemodelan selain analisis deret waktu. Pemodelan yang dapat menangkap adanya heterokedastisitas adalah ARCH-GARCH.

Pengujian statistik yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi adanya heterokedastisitas atau efek ARCH-GARCH adalah uji *Lagrange Multiplier* (LM). Berikut adalah hipotesis dan statistik uji yang dapat dilihat pada persamaan (2.30) dari uji LM dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : \varphi_1 = \varphi_2 = \dots = \varphi_r = 0$ (varians *error* tidak memiliki sifat heterokedastisitas)

H_1 : Minimal ada satu $\varphi_r \neq 0$ (varians *error* memiliki sifat heterokedastisitas)

Statistik Uji :

$$LM = (n - s)R^2 \quad (2.30)$$

Nilai n menunjukkan banyaknya pengamatan, lalu nilai s merupakan derajat bebas dari model regresi varians *error* dengan varians *error* periode sebelumnya dan R^2 merupakan koefisien determinasi atau besarnya kontribusi varian *error* yang dapat dijelaskan oleh deret waktu periode sebelumnya. Hipotesis ditolak jika nilai LM lebih besar dari $\chi^2_{(a,r)}$, sehingga diperoleh kesimpulan terjadi heterokedastisitas atau terdapat efek ARCH-GARCH dalam penelitian (Tsay, 2002).

1. Estimasi Parameter Model GARCH

Setelah diketahui bahwa ada efek terhadap data dan mendapatkan beberapa kemungkinan model GARCH (r,s), maka harus dilakukan estimasi parameter untuk model GARCH. Estimasi parameter GARCH dilakukan menggunakan metode MLE (*Maximum Likelihood Estimation*) yang memaksimum-kan *conditional likelihood* distribusi normal dari residual pada persamaan (2.31) berikut.

$$L(\varphi, \beta | Z) = \prod_{t=1}^n \left[\frac{1}{2\pi\sigma_t^2} \right]^{1/2} \exp \left[-\frac{a_t^2}{2\sigma_t^2} \right] \quad (2.31)$$

Pada persamaan (2.31) nilai σ_t^2 dimasukkan sebagai fungsi *conditional variance* dari model GARCH sesuai dari persamaan (2.29) dan diperoleh perhitungan dari fungsi *ln likelihood* dari persamaan (2.31) sebagaimana yang ditulis pada persamaan (2.32) dan (2.33).

$$L(\varphi, \beta|Z) = \prod_{t=1}^n \left(\frac{\left[\frac{1}{2\pi(\sum_{i=1}^r \varphi_i a_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^s \beta_j \sigma_{t-j}^2)} \right]^{\frac{1}{2}}}{\exp \left[-\frac{a_t^2}{2(\sum_{i=1}^r \varphi_i a_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^s \beta_j \sigma_{t-j}^2)} \right]} \right) \quad (2.32)$$

Sehingga didapatkan fungsi *conditional ln likelihood* sebagai berikut (Wei, 2006).

$$L(\varphi, \beta|Z) = \sum_{k=0}^n \frac{1}{2} \left(-\ln(2\pi) - \ln \left(\sum_{i=1}^r \varphi_i a_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^s \beta_j \sigma_{t-j}^2 \right) - \frac{a_t^2}{(\sum_{i=1}^r \varphi_i a_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^s \beta_j \sigma_{t-j}^2)} \right) \quad (2.33)$$

dengan $\varphi = (\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_r)$ dan $\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_s)$. Setelah didapatkan nilai parameter, selanjutnya melakukan pengujian signifikansi parameter model GARCH(r, s) secara parsial untuk mendapatkan model ARCH(r) dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0: \varphi_i = 0$, dimana $i=1, 2, 3, \dots, r$ (Parameter ARCH(r) tidak signifikan)

$H_1: \varphi_i \neq 0$ (Parameter ARCH(r) signifikan)

Statistik uji:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\varphi}_i}{SE(\hat{\varphi}_i)} \quad (2.34)$$

Hipotesis akan ditolak jika $|t_{hitung}|$ lebih besar dari nilai $t_{(\alpha/2, n_r)}$ dimana n merupakan banyaknya pengamatan dan n_r adalah banyaknya parameter model ARCH yang diduga. Apabila Tolak H_0 maka parameter dari model ARCH telah signifikan.

Setelah itu dilakukan estimasi untuk parameter β pada model GARCH(s) dilakukan dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0: \beta_j = 0$, dengan $j=1, 2, 3, \dots, s$ (Parameter GARCH tidak signifikan)

$H_1: \beta_j \neq 0$ (Parameter GARCH signifikan)

Statistik uji:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_j}{SE(\hat{\beta}_j)} \quad (2.35)$$

Hipotesis akan ditolak jika $|t_{hitung}|$ lebih besar dari nilai $t_{(\alpha/2, n_s)}$ dimana n merupakan banyaknya pengamatan dan n_s adalah banyaknya parameter model GARCH yang diduga. Apabila Tolak H_0 maka parameter dari model GARCH telah signifikan.

2.4.1 Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Exogenous Variable (GARCHX)

Model GARCHX merupakan model yang sederhana dengan memberi informasi dari faktor-faktor lain yang penting dari data khususnya faktor pasar yang memiliki volatilitas (Hwang & Satchell, 2001). Model ini merupakan pengembangan dari model GARCH dengan memodelkan data deret waktu pada bidang finansial yang memiliki volatilitas tinggi dengan menambahkan variabel eksogen dalam persamaan variansnya. Dalam menghasilkan model dan hasil ramalan yang lebih baik pada data deret waktu yang memiliki volatilitas para peneliti menambahkan *exogenous regressor* dalam spesifikasi volatilitasnya (Apergis & Rezitis, 2011).

Model GARCHX mempertimbangkan efek dari variabel eksogen dengan perubahan jangka pendek pada *conditional variance* hari ini (σ_t^2), tidak hanya mempertimbangkan unsur residual periode lalu dan ragam residual periode lalu. Maka model GARCHX dapat ditulis dengan persamaan (2.36) sebagai berikut (Apergis & Rezitis, 2011).

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^r \varphi_i a_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^s \beta_j \sigma_{t-j}^2 + \sum_{l=1}^m \gamma_l X_{l,t}^2 \quad (2.36)$$

dengan $\sum_i \varphi_i + \sum_j \beta_j < 1$, $\omega > 0$, $\varphi_i, \beta_j \geq 0$ untuk $i = 1, 2, \dots, r$, $j = 1, 2, \dots, s$ dan $l = 1, 2, \dots, m$. Apabila nilai φ_i atau $\beta_j \geq 1$ maka akan didapatkan model yang *persistent*. Varians error yang bernilai pada interval 0,85 – 0,95 juga dikatakan *persistent*.

Dalam GARCHX *covariate* X_t dikuadratkan untuk menjamin nilai $\sigma_t^2 > 0$, karena data dalam penelitian ini adalah data *return* yang nilainya berupa positif dan negatif dengan m adalah banyaknya *covariate* dari x_t (Han & Kristensen, 2014)

2.5 Value at Risk (VaR)

VaR merupakan konsep perhitungan risiko yang dikembangkan dari kurva normal. VaR bertujuan untuk menghitung tingkat keuntungan ataupun kerugian dari suatu investasi secara statistik dalam waktu tertentu pada tingkat kepercayaan tertentu. Nilai VaR dapat bernilai positif ataupun negatif, apabila bernilai positif maka investor mendapatkan keuntungan dari investasi yang dilakukannya, sedangkan apabila bernilai negatif maka investor mengalami kerugian dari investasi yang dilakukannya. Seperti yang telah dibahas bahwa karakteristik dari saham adalah *high return high risk*. Berikut adalah persamaan (2.37) yang dapat menunjukkan tingkat risiko dari seorang investor.

$$P(R_t < -VaR) = (1 - CI)\% = \tau \quad (2.37)$$

Nilai τ merupakan kuantil yang digunakan untuk mengukur tingkat risiko yang akan diperoleh investor dengan R_t adalah nilai *return* saham periode ke- t dan CI adalah tingkat kepercayaan dari portofolio (Chan & Wong, 2006). Perhitungan VaR pada waktu ke- t dilakukan berdasarkan persamaan (2.38) sebagai berikut.

$$VaR(\tau) = \hat{\mu}_t + \hat{\sigma}_t F^{-1}(z) \quad (2.38)$$

Dalam perhitungan VaR parameter nilai μ_t dapat didekati dengan model ARMA yang memiliki asumsi *white noise* pada

residual datanya. Sementara itu, pada data finansial hampir semua memiliki karakteristik volatilitas yang tinggi sehingga menyebabkan heterokedastisitas. Apabila dalam penelitian terjadi heterokedastisitas maka model ARMA tidak bisa memenuhi asumsi *white noise*. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dapat menggunakan metode GARCH yang akan memodelkan a_t pada hasil pemodelan ARMA terbaik dengan menggunakan AIC. Dapat diterapkan untuk menangani heterokedastisitas pada varians residual, sehingga model GARCH akan digunakan untuk mengestimasi parameter σ_t .

2.6 Conditional Value at Risk (CVaR)

VaR yang sering digunakan dalam perhitungan risiko, hanya mempertimbangan satu *return* yang diteliti padahal nilai *return* perusahaan diduga dipengaruhi oleh kondisi saham pesaing maupun kondisi lain seperti faktor makro ekonomi dan lain sebagainya dalam sebuah pasar modal. *Conditional Value at Risk* (CVaR) merupakan metode pengukuran risiko yang melihat dependensi antara beberapa faktor, baik faktor endogen maupun eksogen. Jika $Z_{A,t}$ merupakan *return* aset dari perusahaan A dengan M_t merupakan nilai dari variabel eksogen pada waktu ke- t dan τ menunjukkan kuantil, maka nilai VaR dapat dituliskan pada persamaan (2.39) berikut.

$$\widehat{VaR}_{\tau,A|B,t} = \hat{\alpha}_{\tau,A} + \hat{\gamma}_{\tau,A}^T M_{t-1} \quad (2.39)$$

Sementara itu apabila terdapat dua perusahaan, misalkan perusahaan A dan B dengan masing-masing memiliki *return* aset perusahaan sebesar $Z_{A,t}$ dan $Z_{B,t}$ yang melibatkan adanya pengaruh variabel eksogen M_t . Maka model CVaR dapat dituliskan pada persamaan (2.40) sebagai berikut (Chao, Hardle, & Wang, 2012).

$$\widehat{CVaR}_{\tau,A|B,t} = \hat{\alpha}_{\tau,A|B} + \hat{\beta}_{\tau,A|B} \widehat{VaR}_{\tau,t,B} + \hat{\gamma}_{\tau,A|B}^T M_{t-1} \quad (2.40)$$

Pada persamaan (2.39) menunjukkan keadaan *return* aset perusahaan A *conditional* terhadap perusahaan B. Sementara itu, diduga bahwa perusahaan B *conditional* pada perusahaan A, maka dapat ditulis perhitungan CVaR sesuai pada persamaan (2.41) sebagai berikut.

$$\widehat{CVaR}_{\tau,B|A,t} = \hat{\alpha}_{\tau,B|A} + \hat{\beta}_{\tau,B|A} \widehat{VaR}_{\tau,t,A} + \hat{\gamma}_{\tau,B|A}^T M_{t-1} \quad (2.41)$$

2.7 Backtesting Duration Test

Backtesting merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menguji keakuratan suatu model VaR yang dibangun berdasarkan realitas pasar. Metode ini bekerja dengan membandingkan nilai risiko yang didapatkan model VaR dengan nilai risiko yang ada di pasar. Perhitungan *backtesting* dapat dilihat pada persamaan (2.42) sebagai berikut (Candelon, Colletaz, Hurlin, & Tokpavi, 2008).

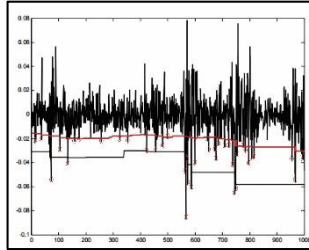
$$I_{\tau,t} = \begin{cases} 1, & r_t < -VaR_{\tau,t} \\ 0, & r_t \geq -VaR_{\tau,t} \end{cases} \quad (2.42)$$

Backtesting saat ini hanya mampu untuk menangkap kejadian pada sampel yang kecil dan yang tidak bisa ditangkap pada *backtesting* adalah volatilitas yang terjadi pada data finansial. Volatilitas biasanya membentuk sebuah *cluster* dimana ada suatu periode tertentu dari awal terjadi risiko sampai risiko tersebut berakhir, apabila menggunakan *backtesting* hanya melihat kapan *violation* terjadi dan tidak dapat menangkap pola durasi terjadinya risiko, padahal sebenarnya ada efek durasi didalam risiko. Christoffersen dan Pelletier (2004) mengembangkan suatu metode *backtesting* dengan melihat durasi terjadinya risiko. Metode tersebut adalah *backtesting duration test* dimana memiliki sifat kekuatan daya yang lebih baik daripada *backtesting* dan dapat melihat efek durasi dari risiko dalam data finansial, sebagaimana pada persamaan (2.43).

$$D_i = t_i - t_{i-1}; \quad i = 2, 3, \dots, T \quad (2.43)$$

dengan t_i adalah hari dimana terjadi *violation*

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.1 tentang definisi *duration* yang terjadi pada VaR ataupun CVaR yang didapatkan dari hasil simulasi dan Pelletier (2004).



Gambar 2.1 Contoh Simulasi *Duration* pada VaR dengan Pendekatan GARCH

Pada Gambar 2.1 diketahui bahwa garis merah merupakan batas VaR dengan signifikansi 1% dan garis hitam 5%, apabila nilai *return* melewati batas tersebut maka dinyatakan bahwa *return* tersebut berisiko. Pada *backtesting* tanpa *duration* diketahui bahwa risiko terjadi sesuai pada persamaan (2.43) kemudian hanya dihitung risiko dan profit yang terjadi, sedangkan untuk *backtesting duration test* risiko yang terjadi akan dihitung berapa lama durasinya sesuai pada persamaan (2.43). Untuk lebih jelas perbedaan perhitungan *backtesting* antara keduanya dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut.

Tabel 2.1 Contoh Perbedaan *Backtesting* dan *Backtesting Duration*

t	$I_{\tau,t}$	D_i
1	0	-
2	1	$d_1 = 1$
\vdots	\vdots	\vdots
t	1	$d_t = t$
\vdots	\vdots	\vdots
T	0	-

Berdasarkan Tabel 2.1 diketahui bahwa untuk *backtesting* hanya memiliki nilai 1 jika terjadi risiko dan 0 jika tidak terjadi risiko, kemudian untuk *backtesting duration* dapat merekam terjadinya risiko selama selang waktu terjadinya risiko itu sendiri. Jumlah durasi (D_i) yang terjadi pada *backtesting duration* tidak selalu sama dengan jumlah data yang diamati.

Dalam hipotesis nol menyatakan bahwa model risiko sudah sesuai, *no-hit duration* harus memiliki sifat *memory less* dan rata-rata *duration* adalah $1/p$. Distribusi yang memiliki sifat *memory less* adalah eksponensial dengan hipotesis sebagai berikut.

Hipotesis :

H_0 : Durasi diantara pelanggaran batas VaR bersifat *memory less* ($b=1$)

H_1 : Durasi diantara pelanggaran batas VaR tidak bersifat *memory less* ($b \neq 1$)

Sehingga berdasarkan hipotesis nol didapatkan distribusi *no-hit duration* pada persamaan (2.44).

$$f_{exp}(D; p) = p \exp(-pD) \quad (2.44)$$

dengan distribusi eksponensial memiliki *hazard function* pada persamaan (2.45)

$$\lambda_{exp}(D) = \frac{f_{exp}(D)}{1 - F_{exp}(D)} = p \quad (2.45)$$

Untuk menguji independensi secara statistik harus melakukan alternatif yang dapat menunjukkan dependensi untuk *duration*, seperti yang dituliskan sebagaimana persamaan (2.46).

$$f_W(D; a, b) = a^b b D^{b-1} \exp(-(aD)^b) \quad (2.46)$$

dengan distribusi weibull memiliki keuntungan bahwa *hazard function* memiliki bentuk *closed form* pada persamaan (2.47).

$$\lambda_W(D) = \frac{f_W(D)}{1 - F_W(D)} = a^b b D^{b-1} \quad (2.47)$$

Distribusi eksponensial merupakan kasus khusus dengan karakteristik *hazard function* (λ) yang sama, ketika nilai $b = 1$, kemudian distribusi weibull dapat mengurangi *hazard function* ketika $b < 1$, yang sesuai dengan jumlah yang berlebihan dari *duration* yang sangat singkat (*very volatile periods*) dan jumlah yang berlebihan dari *duration* yang sangat panjang (*very tranquil periods*). Untuk mengetahui durasi rata-rata terjadinya risiko dapat dihitung dengan Ekspektasi dari durasi $E(D)$ sesuai pada persamaan (2.48) berikut.

$$E(D) = \frac{1}{a} \Gamma \left(1 + \frac{1}{b} \right) \quad (2.48)$$

2.7.1 Conditional Duration Test

Conditional duration test merupakan modifikasi dari *duration test* yang dapat menangkap dependensi dari VaR yang lebih baik dengan cara menguji distribusi yang digunakan. Dependensi ketika terjadi *volation* secara terus menerus ataupun tidak terjadi sama sekali (*quiet periods*). Informasi dalam kejadian sementara dari *no-hit duration* dapat ditangkap dengan metode yang dikemukakan Engle dan Russel (1998), yaitu *Exponential Autoregressive Conditional Duration* (EACD) model dan *Weibull Autoregressive Conditional Duration* (WACD)

Dalam model EACD(r,s), *conditional expected duration* dapat dituliskan pada persamaan (2.49) dengan $X_i = \psi_i \varepsilon_i$, dimana ε_i berdistribusi eksponensial

$$E_{i-1}[D_i] = \psi_i = \omega + \sum_{j=1}^r \alpha_j D_{i-j} + \sum_{j=1}^s \omega_j \psi_{i-j} \quad (2.49)$$

dengan $\alpha \in [0,1)$.

Apabila diasumsikan bahwa *exponential density* memiliki rata-rata sama dengan 1, maka distribusi *conditional* untuk *duration* adalah pada persamaan (2.50)

$$f_{EACD}(D_i|\psi_i) = \frac{1}{\psi_i} \exp\left(-\frac{D_i}{\psi_i}\right) \quad (2.50)$$

Kemudian dalam model WACD(r, s), *conditional expected duration* dapat dituliskan pada persamaan (2.49), akan tetapi dengan $X_i = \psi_i \varepsilon_i$, dimana ε_i berdistribusi weibull. Berdasarkan nilai estimasi dari data *duration*, maka distribusi, maka distribusi *conditional* untuk *duration* adalah pada persamaan (2.51)

$$f_{WACD}(D_i|\psi_i) = \frac{\gamma}{D_i} \left(\frac{\Gamma(1 + 1/\gamma) D_i}{\psi_i} \right)^\gamma \exp\left(\frac{-\Gamma(1 + 1/\gamma) D_i}{\psi_i} \right)^\gamma \quad (2.51)$$

2.7.2 VaR dan Expected Shortfall Test

Pada perhitungan data *return* yang melebihi batas VaR (terjadi risiko) dengan nilai ekspektasi yang konstan pada kuantil tertentu, maka dapat dilakukan Kupiec *test* atau proporsi dari terjadinya risiko. Dalam hipotesis awal yang menyatakan bahwa model awal yang sesuai dengan jumlah risiko sebanyak x yang mengikuti distribusi binomial. Statistik uji yang digunakan adalah *likelihood ratio test*, dengan persamaan sebagai berikut. (Ghalanos, 2015)

$$LR_{uc} = -2 \ln \left(\frac{f(x|H_0)}{f(x|H_1)} \right) = -2 \ln \left(\frac{(1-p)^{n-x} p^x}{\left(1 - \frac{x}{n}\right)^{n-x} \left(\frac{x}{n}\right)^x} \right) \quad (2.52)$$

dengan p adalah probabilitas terjadinya risiko untuk tingkat kepercayaan tertentu dan n merupakan banyaknya sampel.

Apabila *backtesting* yang digunakan adalah *duration test* oleh Christoffersen dan Pelletier (2004), maka distribusi yang digunakan untuk *likelihood ratio test* adalah distribusi weibull, dan apabila parameter $b=1$, maka merepresentasikan distribusi eksponensial. *Likelihood ratio test* untuk *duration test* dimana $(f(x|H_0)/f(x|H_1))$ dapat dilihat pada persamaan (2.44) untuk eksponensial dan (2.47) untuk weibull.

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

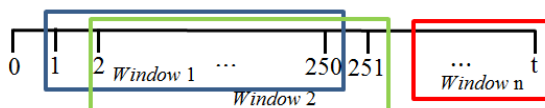
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang didapatkan dari situs *finance.yahoo.com* dan *bi.go.id*. Pada situs *finance.yahoo.com* didapatkan data harga saham *close* harian perusahaan sub sektor konstruksi dan bangunan yang kinerjanya terdongkrak dengan adanya *tax amnesty* dan harga saham *close* IHSG. Kemudian untuk situs *bi.go.id* didapatkan data makro ekonomi yaitu nilai tukar (kurs) rupiah (IDR) terhadap dollar Amerika (USD). Periode waktu pengambilan data untuk harga saham dan kurs adalah dari tanggal 1 Januari 2013 sampai 31 Maret 2017.

Pada penelitian ini menggunakan konsep *moving window* pada data deret waktu, dimana satu *window* terdiri dari 250, 375 dan 500 hari transaksi. Pengambilan 250, 375 dan 500 *window* berdasarkan lama waktu investor melakukan investasi, yaitu selama satu tahun (250 hari), satu setengah tahun (375 hari) dan dua tahun (500 hari) maka diambil jumlah *window* tersebut. Konsep ini digunakan agar mendapatkan model dasar yang sama dengan parameter yang optimal. Tujuan pembuatan *window* sendiri agar parameter yang didapatkan tidak bias dan efisien. Pada penelitian ini akan dilakukan estimasi parameter model VaR di setiap *window* yang digunakan. Untuk lebih memudahkan dapat dilihat di Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Simulasi *Moving Window*

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel reespon yaitu data *return* saham harian sub-sektor konstruksi dan bangunan, lalu terdapat variabel prediktor berupa nilai tukar IDR terhadap USD (IDR/USD) dan *return* IHSG. Berikut disajikan Tabel 3.1 untuk penjelasan variabel yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan	Skala	Kode Emiten
$Z_{1,t}$	<i>Return</i> saham PT. Waskita Karya Tbk	Rasio	WSKT.JK
$Z_{2,t}$	<i>Return</i> saham PT. Wijaya Karya Tbk	Rasio	WIKI.JK
$Z_{3,t}$	<i>Return</i> saham PT. Adhi Karya Tbk	Rasio	ADHI.JK
$Z_{4,t}$	<i>Return</i> saham PT. Pembangunan Perumahan Tbk	Rasio	PTPP.JK
$X_{1,t}$	<i>Return</i> Nilai tukar rupiah terhadap dolar Amerika	Rasio	-
$X_{2,t}$	<i>Return</i> IHSG	Rasio	JKSE

Dalam melakukan analisis dalam penelitian ini menggunakan struktur data dengan periode 1 Januari 2013 sampai dengan 31 Maret 2016. Tabel 3.2 menunjukkan struktur data penelitian yang diguna-kan.

Tabel 3.2 Struktur Data Penelitian

No	Tanggal	t	$Z_{1,t}$	$Z_{2,t}$	$Z_{3,t}$	$Z_{4,t}$	$X_{1,t}$	$X_{2,t}$
1	1/1/2013	1	$z_{1,1}$	$z_{2,1}$	$z_{3,1}$	$z_{4,1}$	$x_{1,1}$	$x_{2,1}$
2	2/1/2013	2	$z_{1,2}$	$z_{2,2}$	$z_{3,2}$	$z_{4,2}$	$x_{1,2}$	$x_{2,2}$
...
1031	3/30/2017	1031	$z_{1,1031}$	$z_{2,1031}$	$z_{3,1031}$	$z_{4,1031}$	$x_{1,1031}$	$x_{2,1031}$
1032	3/31/2017	1032	$z_{1,1032}$	$z_{2,1032}$	$z_{3,1032}$	$z_{4,1032}$	$x_{1,1032}$	$x_{2,1032}$

3.3 Langkah Analisis

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah VaR secara univariat dengan pendekatan ARMA-GARCH dan ARMAX-GARCHX dan CVaR secara serentak dengan kedua pendekatan tersebut, kemudian menggunakan *backtesting* berupa

duration test. Berikut langkah-langkah analisis dalam penelitian ini.

1. Menghitung nilai *return* pada setiap saham perusahaan sub-sektor konstruksi dan bangunan yaitu saham WSKT.JK, WIKA.JK, ADHI.JK dan PTPP.JK dengan menggunakan persamaan (2.1)
2. Menghitung nilai *return* IHSG dan kurs IDR terhadap USD (IDR/USD)
3. Mendeskripsikan *return* harian saham perusahaan sub-sektor konstruksi dan bangunan untuk mengetahui karakteristik data *return*. Data tersebut dideskripsikan menggunakan ukuran pemusatan data. Selain itu, akan dilakukan plot *time series* pada masing-masing *return* sehingga diketahui volatilitas dari tingkat resikonya
4. Mendeskripsikan karakteristik *return* IHSG dan kurs IDR terhadap USD (IDR/USD) sesuai dengan ukuran pemusatan dan penyebaran.
5. Melakukan perhitungan VaR secara univariat dengan pendekatan ARMA-GARCH
 - Pemodelan *return* harian saham perusahaan WSKT.JK, WIKA.JK, ADHI.JK dan PTPP.JK menggunakan metode ARMA dan GARCH seperti pada persamaan (2.5) dan (2.28)
 - a. Menetapkan orde (p,q) untuk model ARMA, dimana orde tersebut diperoleh dari identifikasi data *return* saham sub-sektor konstruksi dan bangunan dengan menggunakan plot ACF dan PACF
 - b. Melakukan estimasi parameter model ARMA
 - c. Melakukan pengujian asumsi residual telah *white noise* dengan menggunakan uji *Ljung Box* dan asumsi residual berdistribusi normal dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*.

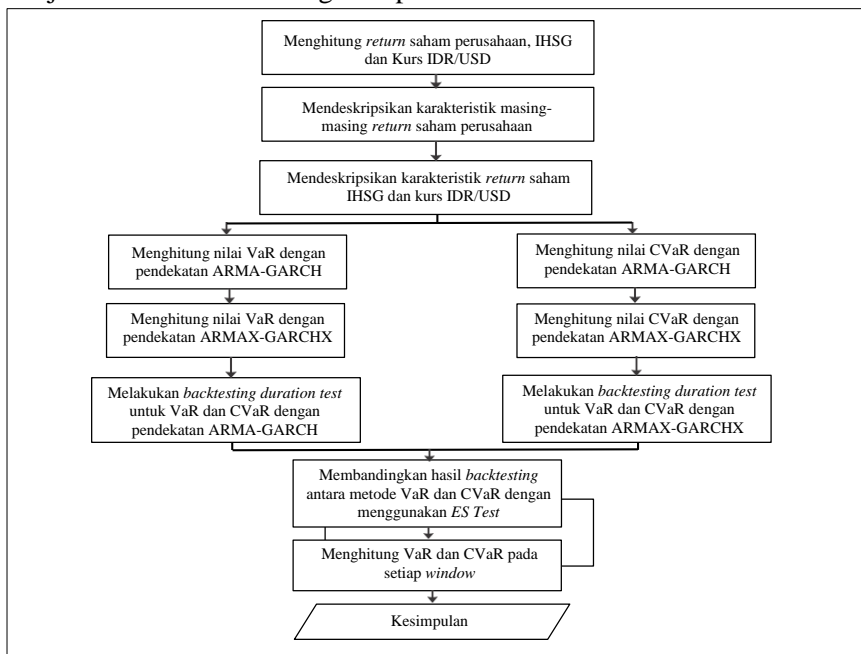
- d. Memilih model ARMA terbaik dengan menggunakan kriteria AIC
- e. Melakukan uji efek ARCH/GARCH dari residual dari model ARMA terbaik dengan menggunakan uji *Lagrange Multiplier*, apabila model ARMA tidak memiliki parameter yang signifikan maka identifikasi dapat dilakukan dengan menggunakan data *return*.
- f. Menetapkan model GARCH yang akan digunakan untuk setiap *window* dari identifikasi ACF dan PACF *residual* kuadrat model ARMA atau data *return*.
- g. Melakukan estimasi parameter model ARMA-GARCH pada setiap *window*.
- h. Melakukan perhitungan nilai VaR untuk setiap *window* yang didasarkan pada model
6. Melakukan perhitungan VaR dengan pendekatan ARMAX-GARCHX. Pemodelan *return* harian saham WSKT.JK, WIKAJK, ADHIJK dan PTPPJ.K menggunakan metode ARMAX seperti pada persamaan (2.17) dan GARCHX pada persamaan (2.35). Variabel eksogen yang digunakan dalam pemodelan ARMAX adalah *return* IHSG dan kurs IDR/USD. Perhitungan VaR dengan pendekatan ARMAX-GARCHX dilakukan dengan tahapan sebagai berikut.
 - a. Menetapkan orde (p,q) untuk model ARMAX, dimana orde tersebut diperoleh dari identifikasi data *return* saham sub-sektor konstruksi dan bangunan dengan menggunakan plot ACF dan PACF
 - b. Menetapkan nilai (b,s,r) seperti pada model fungsi transfer. Dengan mengacu persamaan (2.20) model ARMAX yang merupakan kasus khusus dari model fungsi transfer memiliki orde $b=0$, $s=0$ dan $r=p$
 - c. Melakukan estimasi parameter model ARMAX

- d. Melakukan pengujian asumsi residual telah *white noise* dengan menggunakan uji *Ljung Box* dan asumsi residual berdistribusi normal dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*.
- e. Memilih model ARMAX terbaik dengan menggunakan kriteria AIC
- f. Melakukan uji efek ARCH/GARCH dari residual dari model ARMAX terbaik dengan menggunakan uji *Lagrange Multiplier*, apabila model ARMAX tidak memiliki parameter yang signifikan maka identifikasi dapat dilakukan dengan menggunakan data *return*.
- g. Menetapkan model GARCHX yang akan digunakan untuk setiap *window* dari identifikasi ACF dan PACF *residual* kuadrat model ARMAX atau data *return*.
- h. Melakukan estimasi parameter model ARMAX-GARCHX pada setiap *window*.
- i. Melakukan perhitungan nilai VaR untuk setiap *window* yang didasarkan pada model
7. Melakukan perhitungan nilai CVaR pada data *return* harian saham perusahaan sub sektor konstruksi dan bangunan
 - a. Menghitung CVaR dengan melibatkan VaR dengan pendekatan ARMA-GARCH perusahaan sub-sektor konstruksi dan bangunan sebagai *conditional situation* dan IHSG serta kurs IDR/USD sebagai variabel eksogen
 - b. Menghitung CVaR dengan melibatkan VaR dengan pendekatan ARMAX-GARCHX perusahaan sub-sektor konstruksi dan bangunan sebagai *conditional situation*.
8. Menghitung tingkat akurasi (*underfitting* dan *overfitting*) model VaR dan CVaR dengan melakukan *backtesting duration test*

9. Membandingkan keakuratan akurasi (*underfitting* dan *overfitting*) perhitungan risiko antara metode VaR dengan pendekatan ARMA-GARCH, CVaR dengan pendekatan ARMA-GARCH dan IHSG dan kurs IDR/USD sebagai variabel eksogen, VaR dan CVaR dengan pendekatan ARMAX-GARCHX
10. Mengulangi tahap 5-9 untuk *window* 250, 375 dan 500
11. Membuat kesimpulan dari hasil perhitungan risiko saham, dengan memperhatikan dependensi antar saham dan variabel ekonomi pada *window* yang digunakan

3.4 Diagram Alir

Langkah analisis yang telah dijelaskan pada sub-bab 3.3 dijelaskan dalam bentuk grafik pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

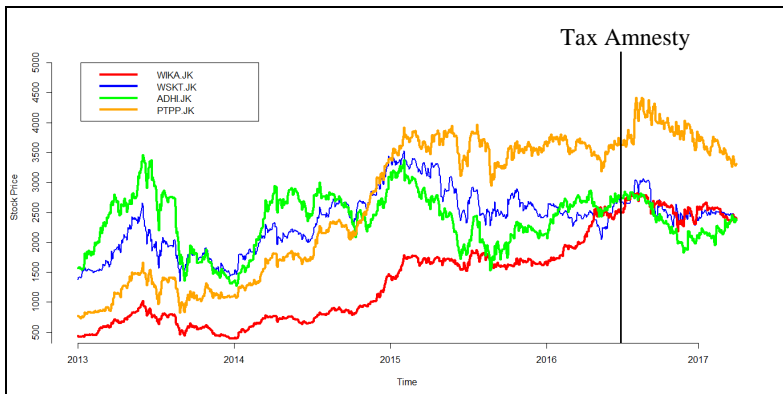
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Data

Dalam penelitian ini terdapat data saham perusahaan sub sektor konstruksi dan bangunan dan variabel eksogen yang mempengaruhinya. Deskripsi data akan dilakukan pada nilai saham perusahaan WIKA, WSKT, ADHI dan PTPP sebagai variabel respon, kemudian pada nilai tukar rupiah terhadap dollar (IDR/USD) dan nilai saham IHSG sebagai variabel yang mempengaruhinya.

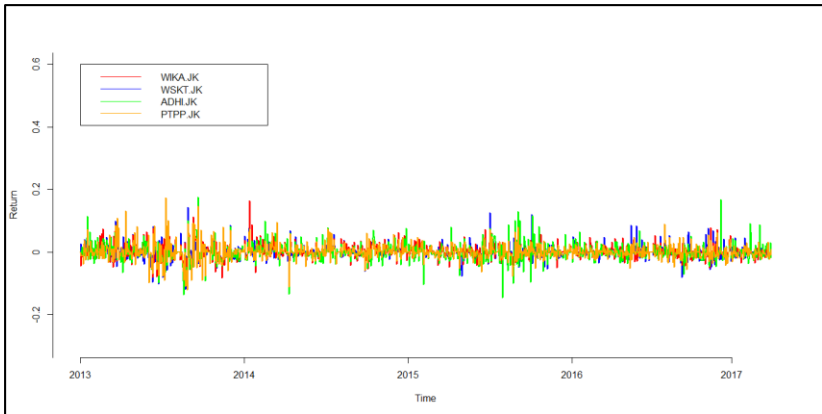
4.1.1 Karakteristik Saham Perusahaan Sub Sektor Konstruksi dan Bangunan

Nilai *return* yang digunakan sebagai landasan dari perhitungan risiko berdasarkan harga saham *close*. Harga saham *close* pada perusahaan WIKA, WSKT, ADHI dan PTPP dapat disajikan dengan menggunakan *time series plot* pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 *Time Series Plot* Harga Saham Close Perusahaan Sub Sektor Konstruksi dan Bangunan

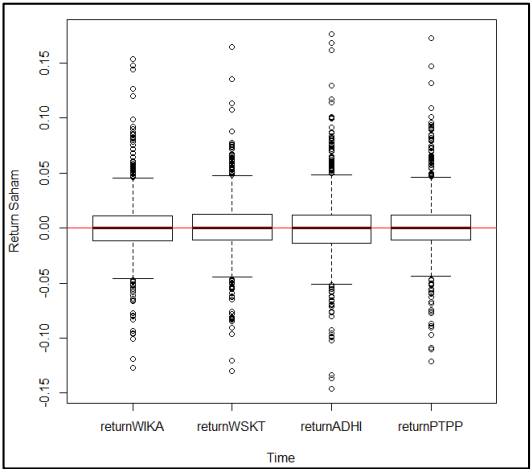
Berdasarkan Gambar 4.1 diketahui bahwa pergerakan harga saham perusahaan WSKT dan ADHI memiliki pola yang sama, kemudian untuk perusahaan WIKA pergerakan cenderung meningkat sejak akhir tahun 2014 dan untuk perusahaan PTPP memiliki pergerakan yang sama dengan WSKT dan ADHI, akan tetapi pada awal tahun 2015 mulai meninggalkan perusahaan WSKT dan ADHI dengan pergerakan dengan nilai saham yang meningkat. Pada tahun 2013 terdapat penurunan harga saham untuk sub sektor konstruksi dan pembangunan, hal tersebut disebabkan karena saham-saham sub sektor ini secara valuasi PER (*Price to Earnings Ratio*) dinilai mahal. Sepanjang tahun 2014 nilai saham konstruksi khususnya perusahaan BUMN bergerak naik, hal ini dikarenakan persepsi kinerja sektor saham konstruksi positif yang diuntungkan dari realisasi program-program konstruksi pemerintahan baru Joko Widodo. Kemudian sepanjang tahun 2015 saham konstruksi mulai melemah hal ini dikarenakan momentum sektoral tahun lalu mulai berakhir dan belum adanya kepastian pemberi modal dari beberapa proyek infrastruktur membuat investor meninggalkan saham konstruksi. *Tax amnesty* yang berlangsung dari 1 Juli 2016 sampai 31 Maret 2017 yang ditunjukkan dengan garis vertical hitam pada Gambar 4.1 ternyata jika dilihat historis pergerakan saham selama periode tersebut secara YoY (*Year on Year*) memang meningkat tetapi pergerakannya terus menurun setelah *tax amnesty* periode I (1 Juli 2016 – 30 September 2016). Untuk lebih jelasnya apakah *tax amnesty* memberikan pengaruh terhadap emiten saham sub sektor konstruksi dan bangunan ini akan dilakukan analisis risiko dengan menggunakan VaR dan CVaR. Pergerakan data saham perusahaan WIKA, WSKT, ADHI dan PTPP dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut.



Gambar 4.2 *Time Series Plot Return Saham Perusahaan Sub Sektor Konstruksi dan Bangunan*

Gambar 4.2 menunjukkan terdapat empat *return* saham perusahaan, yaitu WIKI ditunjukkan dengan warna merah, kemudian WSKT berwarna biru, lalu ADHI dengan warna hijau dan PTPP dengan warna kuning. Keempat *return* saham perusahaan tersebut berada di sekitar angka nol, hal ini menunjukkan bahwa keempat *return* saham telah stasioner terhadap *mean*. Pada Gambar 4.2 juga menunjukkan terdapat volatilitas yang tinggi terhadap keempat *return* saham, sehingga menyebabkan terjadinya heterokedastisitas. Terjadinya volatilitas pada *return* saham perusahaan disebabkan beberapa faktor, antara lain nilai tukar rupiah terhadap dollar amerika dan IHSG. Heterokedastisitas tersebut dapat ditangkap apabila menggunakan metode yang menggunakan variabel eksogen dalam pendekatannya, seperti ARMAX dan GARCHX. Selain itu, metode analisis risiko CVaR juga bisa melibatkan variabel eksogen didalamnya, maka dalam penelitian ini akan digunakan pendekatan tersebut.

Karakteristik data dari *return* saham perusahaan WIKA, WSKT, ADHI dan PTPP dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3 Box Plot *Return* Saham Perusahaan Sub Sektor Konstruksi dan Bangunan

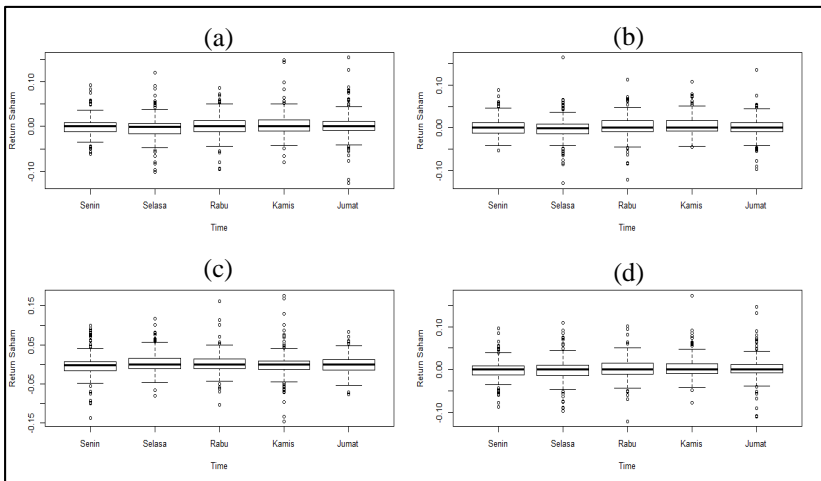
Pada Gambar 4.3 menunjukkan semua *return* saham tersebar pada median yang sama yaitu bernilai nol, maka keempat saham perusahaan tidak memiliki. Range dari *return* saham setiap perusahaan juga memiliki panjang yang sama yang dapat dilihat dari nilai Q_1 dan Q_3 . Karakteristik data dengan menggunakan statistik deskriptif disajikan pada Tabel 4.1 untuk menjelaskan *return* saham perusahaan sub sektor konstruksi dan bangunan dengan lebih jelas.

Tabel 4.1 Statistika Deskriptif *Return* Saham Perusahaan Sub Sektor Konstruksi dan Bangunan

Variabel	Rata-rata	Varsians	Koef Varsians	Min.	Maks.	Skew.	Kurt.
WIKA	0,00085	0,000684	3067,4	-0,127	0,1538	0,64	5,60
WSKT	0,00187	0,000646	1361,3	-0,129	0,1643	0,32	4,53
ADHI	0,00079	0,000844	3693,6	-0,146	0,1764	0,61	5,66
PTPP	0,00165	0,000685	1583,4	-0,121	0,1730	0,61	5,70

Pada Tabel 4.1 diketahui bahwa *return* saham tertinggi adalah milik ADHI dibandingkan dengan perusahaan lainnya. Koefisien varians terkecil adalah milik perusahaan WSKT, hal ini menunjukkan bahwa tingkat *return* atau keuntungan saham milik WSKT adalah yang paling stabil, sedangkan ADHI adalah yang paling berfluktuatif. Perusahaan yang memiliki nilai *return* tertinggi dan terendah adalah ADHI, hal ini menunjukkan bahwa tingkat kerugian maksimum dan keuntungan maksimum ada di perusahaan ADHI. Jika melihat nilai *skewness* dan *kurtosis* semua *return* saham tidak mengikuti distribusi normal, karena nilai *skewness* tidak sama dengan 0 dan nilai *kurtosis* tidak sama dengan tiga.

Transaksi saham dilakukan pada hari kerja di BEI (Bursa Efek Indonesia), yaitu senin sampai jumat. Hari sabtu, minggu dan hari libur nasional tidak ada transaksi saham di BEI, sehingga perlu dilihat pola transaksi saham harian yang disajikan pada Gambar 4.4 berikut.



Gambar 4.4 Box Plot Return Harian Saham WKA (a), WSKT (b), ADHI (c) dan PTPP (d)

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa karakteristik *return* saham harian pada perusahaan sub sektor konstruksi dan bangunan memiliki median pada setiap hari hampir sama yaitu disekitar nilai nol, akan tetapi terdapat perbedaan nilai *return* saham pada setiap harinya yang akan ditunjukkan dengan menggunakan statistika deskriptif pada Tabel 4.2 berikut.

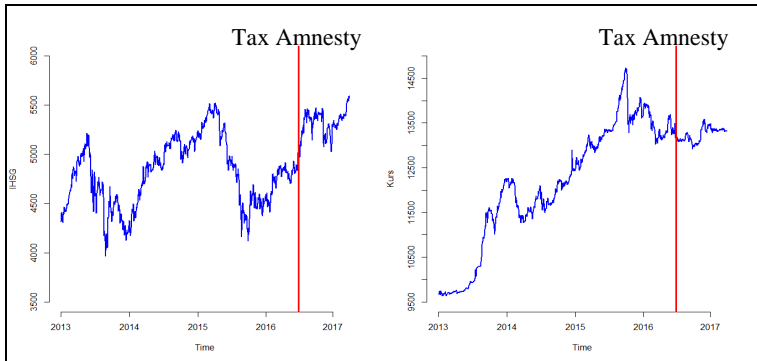
Tabel 4.2 Karakteristik *Return* Saham Harian Perusahaan Sub Sektor Konstruksi dan Bangunan

Saham	Ukuran	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat
WIKA	Rata-rata	-0,0006	-0,0030	0,0017	0,0041	0,0021
	Varians	0,0005	0,0007	0,0006	0,0007	0,0009
WSKT	Rata-rata	0,0018	-0,0031	0,0028	0,0062	0,0017
	Varians	0,0005	0,0008	0,0007	0,0006	0,0006
ADHI	Rata-rata	-0,0033	0,0038	0,0026	0,0005	0,0002
	Varians	0,0009	0,0007	0,0008	0,0012	0,0006
PTPP	Rata-rata	-0,0006	-0,0010	0,0012	0,0044	0,0043
	Varians	0,0005	0,0008	0,0006	0,0007	0,0009

Tabel 4.2 menunjukkan *return* saham pada hari senin cenderung menghasilkan rata-rata nilai yang paling kecil cenderung negatif, kecuali pada perusahaan WSKT. Hal ini berarti pada perusahaan WIKA, ADHI dan PTPP cenderung mengalami kerugian pada hari senin dibandingkan hari lainnya. Seorang investor sebaiknya giat melakukan transaksi saat hari kamis untuk perusahaan WIKA, WSKT dan PTPP karena nilai rata-rata *return* pada hari tersebut paling tinggi dan varians yang terjadi juga relatif kecil, lalu untuk perusahaan ADHI lebih baik bertransaksi saat hari selasa dikarenakan penyebab yang sama. Dalam pasar saham terdapat istilah *monday effect*, yaitu nilai *return* saham pada hari senin cenderung bernilai lebih kecil daripada hari lainnya bahkan bernilai negatif menurut penelitian Linton, Cho dan Whang (2006). Maka dari itu investor disarankan untuk melakukan transaksi saham selain hari senin.

4.1.2 Karakteristik Nilai Tukar IDR/USD dan Saham IHSG

Terjadinya volatilitas pada *return* saham perusahaan sub sektor konstruksi dan bangunan diduga dikarenakan beberapa faktor, yaitu nilai tukar rupiah terhadap dollar dan IHSG yang disajikan dengan menggunakan *time series plot* pada Gambar 4.5 berikut.



Gambar 4.5 *Time Series Plot* IHSG Close (a) dan Kurs Tengah Rupiah terhadap USD (b)

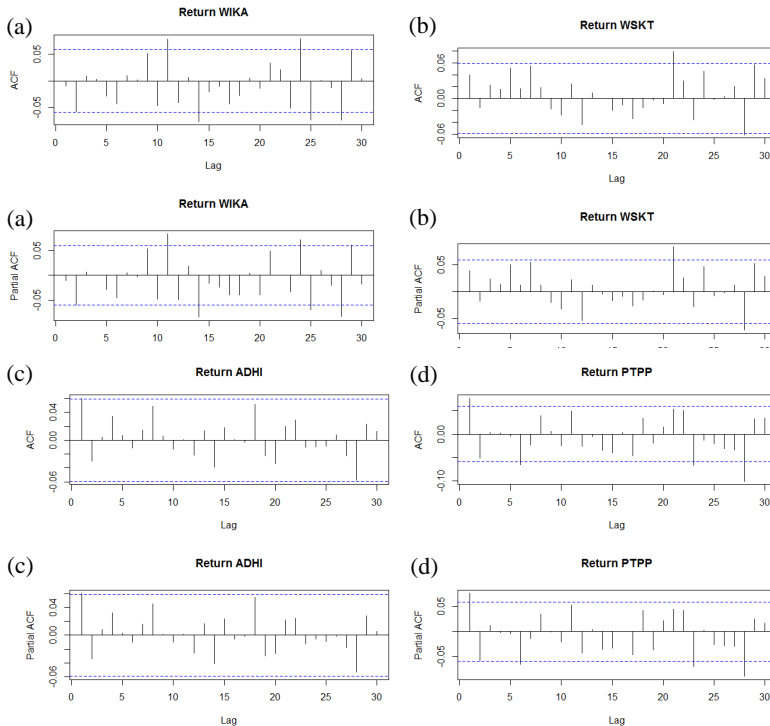
Gambar 4.5 (b) menunjukkan pada pertengahan tahun 2013 nilai tukar rupiah terhadap dollar amerika merangkak naik dari harga 9.600 menjadi di angka 12.000, selain itu terjadi pula pelemahan nilai rupiah terhadap dollar amerika pada pertengahan 2015 menjadi 14.728. Penguatan rupiah terhadap dollar Amerika juga pernah terjadi secara signifikan pada awal 2014 dari 12.103 menjadi 11.591 dan pada akhir 2015 dari 14.728 menjadi 13644 dan sampai sekarang berada di sekitar nilai 13.300. Pada saham IHSG (a) juga terjadi pelemahan, hal ini dikarenakan pelemahan rupiah terhadap dollar Amerika pada pertengahan 2013 dan 2015 serta peningkatan suku bunga BI menjadi 7,5%. Penurunan IHSG juga menyebabkan menurunnya emiten saham yang lain dari beberapa sektor saham, seperti salah satunya sub sektor konstruksi dan bangunan.

4.2 Pemodelan ARMA-GARCH pada Return Saham Perusahaan Sub Sektor Konstruksi dan Bangunan

Pada penelitian ini analisis VaR dan CVaR akan didekati dengan menggunakan ARMA untuk parameter *mean* dan GARCH untuk parameter varians.

4.2.1 Identifikasi Model ARMA

Langkah yang pertama dilakukan adalah mengidentifikasi model ARMA pada data *return* dengan menggunakan plot ACF dan PACF yang terdapat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Plot ACF dan PACF *Return* Saham WIKA (a), WSKT (b), ADHI (c) dan PTPP (d)

Gambar 4.6 menunjukkan plot ACF dan PACF dimana pada poin (a) merupakan plot ACF dan PACF milik *return* saham WIKA, dapat dilihat bahwa lag yang signifikan adalah lag ke- t yang melebihi batas standar error plot tersebut. Lag yang signifikan untuk ACF adalah lag ke-2, 11, 24, 25 dan 28 dan PACF dengan lag yang sama ditambah dengan lag ke-29. Kemudian untuk *return* saham WSKT yang ditunjukkan pada poin (b) hanya lag ke-22 dan 28 baik untuk ACF dan PACF. *Return* ADHI dan PTPP dapat dilihat pada poin (c) dan (d) diketahui bahwa lag ke-1 signifikan, kemudian untuk *return* PTPP terdapat lag signifikan pada lag ke-6, 23 dan 28. Lag-lag yang signifikan pada ACF dan PACF *return* saham WIKA, WSKT, ADHI dan PTPP akan membuat model ARMA yang kompleks dengan hasil model yang diharuskan adanya subset, seperti model untuk *return* saham PTPP yaitu ARMA ([1,6,23,28],[1,6,23,28]).

Pada penelitian ini, model ARMA yang digunakan didasarkan pada konsep *parsimony* yang menyatakan bahwa estimasi suatu model sebaiknya model yang sesederhana mungkin. Hal ini juga didasari dari konsep *moving window* yang digunakan dalam penelitian ini, karena model ARMA yang terbentuk pada setiap *window* di setiap perusahaan akan terlalu rumit dan berbeda dimana *window* yang digunakan adalah *window* dengan periode 250 hari, 375 hari dan 500 hari. Model yang akan dicoba dalam penelitian ini berdasarkan konsep *parsimony* adalah ARMA(1,0), ARMA(0,1) dan ARMA(1,1).

4.2.2 Estimasi dan Pengujian Parameter Model ARMA

Pemodelan ARMA (*Autoregressive Moving Average*) yang dilakukan dengan konsep *parsimony* disajikan estimasi dan uji signifikansi untuk setiap perusahaan pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4. 3 Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model ARMA

Saham	Model	Parameter	Estimasi	T _{hitung}	P-value
WIKA	ARMA (0,1)	μ	-0,0001	-142,89	0,0000
		θ ₁	-0,0114	-142,89	0,0000
	ARMA (1,1)	μ	0,0008	479,18	0,0000
		φ ₁	0,9391	484,28	0,0000
		θ ₁	-0,9573	-421,04	0,0000
WSKT	ARMA (1,0)	μ	0,0008	837,19	0,0000
		θ ₁	0,0701	821,35	0,0000
	ARMA (0,1)	μ	0,0009	603,69	0,0000
		θ ₁	0,0424	603,68	0,0000
	ARMA (1,1)	μ	0,0009	0,0510	0,9593
		φ ₁	-0,9997	-17,957	0,0000
		θ ₁	1,0000	575,29	0,0000
	ADHI	ARMA (1,0)	μ	0,0008	0,8449
θ ₁			0,0604	2,0072	0,0447
ARMA (1,1)		μ	-0,0046	-1793,8	0,0000
		φ ₁	-0,3275	-2015,6	0,0000
		θ ₁	0,3198	2015,8	0,0000
PTPP	ARMA (0,1)	μ	0,0008	826,76	0,0000
		θ ₁	0,0866	826,76	0,0000

Berdasarkan Tabel 4.3 didapatkan hasil estimasi parameter dugaan awal model ARMA pada setiap perusahaan dan dilakukan uji signifikansi untuk parameter model agar diketahui berpengaruh signifikan atau tidak. Pada Tabel 4.3 hanya ditampilkan untuk model yang memiliki parameter signifikan saja pada setiap perusahaan dengan menggunakan statistik uji $|t_{hitung}|$ yang dibandingkan dengan t_{tabel} pada tingkat signifikansi sebesar 5%, yaitu bernilai 1,96. Tabel 4.3 menunjukkan hanya model ARMA (1,1) pada perusahaan WSKT dan model ARMA (1,0) pada perusahaan ADHI terdapat parameter μ yang tidak signifikan, sedangkan untuk model yang lain telah signifikan.

4.2.3 Diagnostic Checking ARMA

Model ARMA yang telah signifikan pada setiap estimasi parameter di setiap perusahaan selanjutnya dilakukan *diagnostic*

checking untuk mengetahui apakah residual dari model sudah memenuhi asumsi *white noise* dan berdistribusi normal atau belum. Uji asumsi *white noise* disajikan pada Tabel 4.4 berikut

Tabel 4.4 Uji Asumsi *White Noise* Residual Model ARMA

Saham	Model	Lag-ke	Q	P-value
WIKA	ARMA (0,1)	1	0,0005	0,9824
		2	1,9008	0,2490
		5	3,2702	0,3664
	ARMA (1,1)	1	0,0306	0,8610
		5	2,1796	0,9141
		9	3,7683	0,7440
WSKT	ARMA (1,0)	1	0,9537	0,3288
		2	1,1765	0,6310
		5	2,2297	0,6445
	ARMA (0,1)	1	0,0055	0,9412
		2	0,1562	0,9996
		5	1,2068	0,9113
	ARMA (1,1)	1	1,6990	0,1924
		5	2,9180	0,5240
		9	5,5020	0,3465
ADHI	ARMA (1,0)	1	0,0047	0,9453
		2	0,6637	0,9126
		5	1,5770	0,8275
	ARMA (1,0)	1	0,0047	0,9453
		2	0,6637	0,9126
		5	1,5770	0,8275
	ARMA (1,1)	1	5,0540	0,0246
		5	6,5220	0,0000
		9	7,7250	0,0725
PTPP	ARMA (0,1)	1	0,0336	0,8545
		2	1,5459	0,4122
		5	2,4922	0,5686

Penentuan model telah memenuhi asumsi dengan melihat Tabel 4.4 nilai P-value pada setiap lag sudah melebihi nilai α . Model yang tidak *white noise* diduga dikarenakan adanya *volatilitas* pada data *return* saham yang menyebabkan terjadinya

heterokedastisitas pada varians dari residual model ARMA. Setelah uji asumsi *white noise* dilakukan uji normalitas pada data residual model ARMA di setiap perusahaan dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* yang terdapat pada Tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5 Uji Normalitas Residual Model ARMA

Saham	<i>D</i>			<i>P-value</i>		
	ARMA (1,0)	ARMA (0,1)	ARMA (1,1)	ARMA (1,0)	ARMA (0,1)	ARMA (1,1)
WIKA	-	0,510	0,510	-	0,000	0,000
WSKT	0,512	0,512	0,512	0,000	0,000	0,000
ADHI	0,534	-	0,537	0,000	-	0,000
PTPP	-	0,518	-	-	0,000	-

Pada Tabel 4.5 terlihat bahwa terdapat beberapa model ARMA yang tidak dilakukan uji normalitas, hal ini dikarenakan dari awal parameter untuk model ARMA tersebut tidak signifikan, maka tidak dilanjutkan untuk proses *diagnostic checking*. Diketahui bahwa pada Tabel 4.5 semua model ARMA di setiap perusahaan tidak ada yang mengikuti distribusi normal, karena nilai *P-value* kurang dari α .

4.2.4 Pemilihan Model ARMA Terbaik

Langkah selanjutnya adalah memilih model terbaik dengan menggunakan kriteria *Akaike's Information Criterion* (AIC) pada Tabel 4.6 berikut.

Tabel 4.6 Kriteria Kebaikan Model berdasarkan AIC

Saham	<i>Akaike Information Criterion</i> (AIC)		
	ARMA (1,0)	ARMA (0,1)	ARMA (1,1)
WIKA	-	72,720	72,720
WSKT	72,720	72,747	72,718
ADHI	-4,238	-	72,810
PTPP	-	72,710	-

Tabel 4.6 menunjukkan hasil AIC pada setiap model ARMA yang terbentuk di setiap perusahaan, dimana hanya model

ARMA yang signifikan saja yang dilakukan perhitungan AIC, karena model dugaan awal ARMA nantinya akan diestimasi bersama GARCH. Nilai AIC jika semakin kecil maka semakin baik, maka berdasarkan Tabel 4.6 akan diambil nilai AIC terkecil pada setiap perusahaan. Pada perusahaan WIKA model terbaik yang dipilih adalah ARMA(0,1), meski nilai AIC sama dengan ARMA(1,1) dipilih ARMA(0,1) karena lebih sederhana, kemudian untuk perusahaan WSKT adalah model ARMA (1,0), setelah itu untuk perusahaan ADHI adalah ARMA (1,0) dan untuk perusahaan PTPP model ARMA (0,1). Semua model ARMA yang terbentuk ini kemudian akan dimodelkan lagi bersama dengan model GARCH agar dapat menangkap volatilitas dari varians residual ARMA.

4.2.5 Pemodelan ARMA-GARCH

Model ARMA terbaik yang didapatkan berdasarkan nilai AIC terkecil selanjutnya dilakukan pemodelan GARCH untuk menangkap adanya volatilitas pada residual ARMA. Sebelum itu, untuk mendeteksi adanya efek heterokedastisitas atau efek ARCH/GARCH maka dilakukan uji *Lagrange Multiplier* (LM) sesuai pada Tabel 4.7 berikut.

Tabel 4.7 Uji *Lagrange Multiplier* pada Residual Model ARMA

k	WIKA ARMA (0,1)	WSKT ARMA (1,1)	ADHI ARMA (1,0)	PTPP ARMA (0,1)	$\chi^2_{0.05, k}$
1	12,2295	22,9168	3,0501	18,2188	3,84146
2	23,4813	37,6307	3,5814	55,7943	5,99146
3	30,8948	52,4531	17,142	90,9122	7,81473
4	43,7814	68,8815	21,413	101,667	9,48773
5	45,0181	72,4896	23,046	109,834	11,07050
6	45,1399	80,1063	23,002	110,143	12,59159
7	53,4035	90,8967	25,446	115,813	14,06714
8	53,6717	90,8273	26,972	116,522	15,50731
9	53,8526	90,7422	26,953	116,502	16,91898
10	53,8109	100,299	31,441	117,064	18,30704

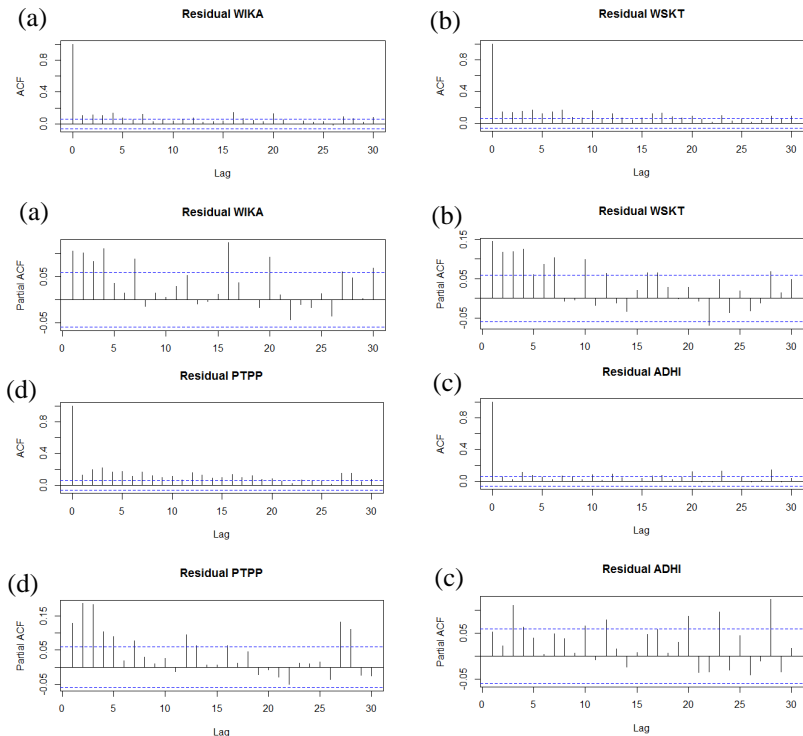
Berdasarkan Tabel 4.7 diketahui hasil perhitungan dari residual model ARMA pada semua perusahaan sub sektor konstruksi dan bangunan memiliki nilai *Chi-square* hitung lebih besar daripada $\chi^2_{0.05,k}$ yang memiliki arti bahwa pada semua model ARMA di setiap perusahaan sub sektor konstruksi dan bangunan memiliki varians residual yang bersifat heterokedastisitas atau terjadi efek ARCH/GARCH dalam residual datanya. Setelah diketahui bahwa ada efek ARCH/GARCH maka dilanjutkan pemodelan GARCH dengan melibatkan model ARMA untuk setiap perusahaan.

Parameter dari model GARCH dapat ditentukan dengan melihat ACF dan PACF dari kuadrat residual model ARMA yang sudah didapatkan sebelumnya. Gambar 4.7 merupakan ACF dan PACF dari residual model ARMA.

Pada Gambar 4.7 diketahui untuk poin (a) merupakan ACF dan PACF milik perusahaan WIKA, kemudian poin (b) milik perusahaan WSKT, lalu poin (c) untuk perusahaan ADHI dan poin (d) untuk perusahaan PTPP. Penggunaan konsep pemodelan *parsimony* untuk mendapatkan parameter yang signifikan di setiap *window* yang digunakan pada model ARMA juga digunakan untuk model GARCH, maka akan dilihat signifikansi masing-masing lag ke-1 pada ACF ataupun PACF untuk masing-masing perusahaan. Diketahui bahwa hampir semua *lag* ke-1 telah signifikan baik ACF maupun PACF untuk masing-masing residual data *return* hasil pemodelan ARMA terbaik pada setiap perusahaan, akan tetapi pada perusahaan ADHI *lag* ke-1 tidak signifikan. Meski demikian akan dilihat signifikansi untuk lag ke-1 ketika dimodelkan bersama ARMA.

Identifikasi model awal untuk GARCH adalah adalah GARCH (1,0), GARCH (0,1) dan GARCH (1,1) yang akan dilakukan analisis bersama-sama dengan model ARMA terbaik

untuk setiap perusahaan berdasarkan AIC yang telah dilakukan sebelumnya yang memiliki karakteristik heterokedastisitas pada varians residualnya.



Gambar 4.7 Plot ACF dan PACF Residual Kuadrat Model ARMA pada WIKA (a), WSKT (b), ADHI (c), PTPP (d)

4.2.6 Estimasi dan Pengujian Parameter Model ARMA-GARCH

Estimasi parameter model ARMA-GARCH dilakukan secara bersama-sama dengan menggunakan MLE, kemudian dilakukan pengujian pada masing-masing parameter dalam modelnya dengan menggunakan prinsip *parsimony*.

a. Perusahaan WIKA

Model dugaan awal untuk saham WIKA adalah ARMA(0,1), kemudian dilakukan pemodelan GARCH yang dapat dilihat pada Tabel 4.8 berikut.

Tabel 4.8 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMA-GARCH Perusahaan WIKA

Model	Par	Estimasi	t_{hitung}	P-value
ARMA (0,1) GARCH (1,0)	μ	0,0054	9,154	0,0000
	θ_1	-0,1220	-8,817	0,0000
	ω	0,0001	26,82	0,0000
	φ_1	1,0000	21,37	0,0000
ARMA (0,1) GARCH (0,1)	μ	0,0008	1,037	0,2996
	θ_1	-0,0082	-0,255	0,7986
	ω	0,0000	108,99	0,0000
	β_1	0,9960	44866,4	0,0000
ARMA (0,1) GARCH (1,1)	μ	0,0019	2,5374	0,0112
	θ_1	0,0472	1,2917	0,1964
	ω	0,0000	1,1493	0,2504
	φ_1	0,1000	7,6256	0,0000
	β_1	0,9000	96,448	0,0000

Berdasarkan Tabel 4.8 diketahui bahwa nilai $|t_{hitung}|$ melebihi nilai t_{tabel} sebesar 1,96 hanya dimiliki model ARMA(0,1)-GARCH(1,0), selain itu model ARMA-GARCH di perusahaan WIKA ada beberapa parameternya yang tidak signifikan karena $|t_{hitung}|$ kurang dari t_{tabel} . Berdasarkan Tabel 4.8 didapatkan model *return* saham perusahaan WIKA adalah sebagai berikut.

$$\text{ARMA (0,1)} : \hat{R}_t = 0,005395 - 0,122 a_{t-1} + a_t, a_t \sim N(0, \sigma_t^2)$$

$$\text{GARCH (1,0)} : \hat{\sigma}_t^2 = 0,000061 + a_{t-i}^2$$

b. Perusahaan WSKT

Model dugaan awal untuk WSKT adalah ARMA(1,0), kemudian dilakukan pemodelan GARCH pada Tabel 4.9 berikut.

Tabel 4.9 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMA-GARCH Perusahaan WSKT

Model	Par	Estimasi	t_{hitung}	P-value
ARMA	μ	0,0087	26,339	0,0000
(1,0)	ϕ_1	-0,0153	-1,3434	0,1791
GARCH	ω	0,0000	22,371	0,0000
(1,0)	ϕ_1	1,0000	21,217	0,0000
ARMA	μ	0,0018	2,3371	0,0194
(1,0)	ϕ_1	0,0396	1,3169	0,1878
GARCH	ω	0,0000	107,81	0,0000
(0,1)	β_1	0,9961	50360,9	0,0000
ARMA	μ	0,0017	2,5940	0,0095
(1,0)	ϕ_1	0,0344	1,0604	0,2889
GARCH	ω	0,0000	2,5951	0,0094
(1,1)	ϕ_1	0,1000	4,3009	0,0000
	β_1	0,8955	324,28	0,0000

Tabel 4.9 menunjukkan semua model ARMA-GARCH pada perusahaan WSKT mendapatkan hasil estimasi parameternya tidak ada yang signifikan, karena nilai $|t \text{ value}|$ kurang dari nilai t_{tabel} sebesar 1,96, sebagai contoh pada model ARMA(1,0)-GARCH(1,0) didapatkan estimasi parameter untuk ϕ_1 memiliki $|t_{hitung}|$ sebesar 1,343, sedangkan untuk parameter yang lain telah signifikan. Parameter yang tidak signifikan untuk setiap model didominasi oleh parameter ϕ_1 , sehingga akan dilakukan pemodelan kembali sampai didapatkan parameter yang signifikan. Hasil estimasi model untuk perusahaan WSKT terdapat pada Tabel 4.10 berikut.

Tabel 4.10 Pemodelan ARIMA Ulang *Return* Perusahaan WSKT

Model	Par	Estimasi	t_{hitung}	P-value
GARCH	ω	0,0004	16,1417	0,000
(1,0)	ϕ_1	0,3594	5,9024	0,000

Tabel 4.10 menunjukkan model yang memiliki parameter signifikan untuk perusahaan WSKT adalah GARCH(1,0) dengan

$|t_{hitung}|$ yang melebihi nilai t_{tabel} sebesar 1,96, sehingga didapatkan model sebagai berikut.

$$\text{GARCH}(1,0) : \hat{\sigma}_t^2 = 0,000438 + 0,000438a_{t-i}^2$$

c. Perusahaan ADHI

Model dugaan awal untuk saham ADHI adalah ARMA(1,0), kemudian dilakukan pemodelan GARCH yang dapat dilihat pada Tabel 4.11 berikut

Tabel 4.11 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMA-GARCH Perusahaan ADHI

Model	Par	Estimasi	t_{hitung}	P-value
ARMA (1,0) GARCH (1,0)	μ	0,0099	30,593	0,0000
	ϕ_1	-0,1966	-14,742	0,0000
	ω	0,0000	24,878	0,0000
	φ_1	1,0000	23,914	0,0000
ARMA (1,0) GARCH (0,1)	μ	0,0007	0,8170	0,4138
	ϕ_1	0,0599	1,9900	0,0465
	ω	0,0000	158	0,0000
	β_1	0,9965	50500	0,0000
ARMA (1,0) GARCH (1,1)	μ	0,0012	1,3478	0,1777
	ϕ_1	0,0397	1,1459	0,2518
	ω	0,0000	1,1389	0,2548
	φ_1	0,0890	1,3057	0,1917
	β_1	0,9042	31,165	0,0000

Berdasarkan Tabel 4.11 diketahui bahwa hanya model ARMA(1,0)-GARCH(1,0) yang memiliki estimasi parameter telah signifikan, karena $|t_{hitung}|$ yang melebihi nilai t_{tabel} sebesar 1,96, akan tetapi model tersebut tidak memenuhi asumsi *white noise*, sehingga akan dilakukan pemodelan kembali sampai didapatkan parameter yang signifikan. Hasil estimasi model untuk perusahaan ADHI terdapat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 menunjukkan pemodelan ulang pada perusahaan ADHI pada *window* sebesar 250 dengan 3 kali perulangan. Model

signifikan pada $|t_{hitung}|$ yang melebihi nilai t_{tabel} sebesar 1.96 adalah GARCH(1,0), sehingga didapatkan model sebagai berikut.

Model 1: $\hat{\sigma}_t^2 = 0,000001 + a_{t-i}^2$

Model 2: $\hat{\sigma}_t^2 = 0,000013 + a_{t-i}^2$

Model 3: $\hat{\sigma}_t^2 = 0,000011 + a_{t-i}^2$

Tabel 4.12 Pemodelan ARIMA Ulang *Return* Perusahaan ADHI

Interval	Model	Par	Estimasi	t_{hitung}	P-value
1 sampai 250	GARCH (1,0)	ω	0,0000	28,972	0,0000
		φ_1	1,0000	28,95	0,0000
12 sampai 261	GARCH (1,0)	ω	0,0000	306,279	0,0000
		φ_1	1,0000	26,327	0,0000
101 sampai 350	GARCH (1,0)	ω	0,0000	15,973	0,0000
		φ_1	1,0000	1063,373	0,0000

d. Perusahaan PTPP

Model dugaan awal untuk saham perusahaan PTPP adalah ARMA(1,0) kemudian dilakukan pemodelan GARCH yang dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMA-GARCH Perusahaan PTPP

Model	Par	Estimasi	t_{hitung}	P-value
ARMA (0,1) GARCH (1,0)	μ	0,0058	14,786	0,0000
	θ_1	0,2396	28,972	0,0000
	ω	0,0000	28,95	0,0000
	φ_1	1,0000	21,175	0,0000
ARMA (0,1) GARCH (0,1)	μ	0,0015	1,8603	0,0628
	θ_1	0,0842	2,653	0,0080
	ω	0,0000	105,95	0,0000
	β_1	0,9959	42542,86	0,0000
ARMA (0,1) GARCH (1,1)	μ	0,0012	1,8768	0,0606
	θ_1	0,0602	1,7279	0,0840
	ω	0,0000	0,9244	0,3552
	φ_1	0,0926	3,9106	0,0001
	β_1	0,9021	48,1966	0,0000

Berdasarkan Tabel 4.13 diketahui bahwa $|t_{hitung}|$ melebihi nilai t_{tabel} sebesar 1,96 hanya dimiliki model ARMA(0,1)-GARCH(1,0), selain itu model ARMA-GARCH di perusahaan PTPP ada beberapa parameternya yang tidak signifikan karena nilai dari $|t_{hitung}|$ kurang dari t_{tabel} , seperti pada model ARMA(0,1)-GARCH(1,1) nilai estimasi parameter θ_1 hanya 1,7279, nilai tersebut kurang dari nilai t_{tabel} sebesar 1,96. Maka didapatkan model ARMA-GARCH untuk *return* saham perusahaan PTPP adalah sebagai berikut.

$$\text{ARMA}(0,1) : \hat{R}_t = 0,005767 - 0,23963 a_{t-1} + a_t, a_t \sim N(0, \sigma_t^2)$$

$$\text{GARCH}(1,0) : \hat{\sigma}_t^2 = 0,000064 + a_{t-i}^2$$

4.2.7 Perhitungan *Value at Risk* dengan Pendekatan ARMA-GARCH

Pada penelitian ini menggunakan konsep *moving window* pada data deret waktu, dimana satu *window* terdiri dari 250, 375 dan 500 hari transaksi. *Value at Risk* (VaR) dihitung dengan menggunakan konsep *window* tersebut dengan menggunakan kuantil sebesar 5%. Berdasarkan model yang sudah dilakukan estimasi pada poin sebelumnya hasil estimasi nilai VaR terdapat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Estimasi nilai VaR dengan Pendekatan ARMA-GARCH

Window		250		375		500	
Ukuran		<i>Mean</i>	<i>Varians</i>	<i>Mean</i>	<i>Varians</i>	<i>Mean</i>	<i>Varians</i>
WIKI	Risiko	-0,0450	0,0032	-0,0382	0,0026	-0,0324	0,0033
	Profit	0,0450	0,0032	0,0382	0,0026	0,0324	0,0033
WSKT	Risiko	-0,0337	0,0012	-0,0299	0,0014	-0,0227	0,0009
	Profit	0,0337	0,0012	0,0299	0,0014	0,0227	0,0009
ADHI	Risiko	-0,0389	0,0010	-0,0366	0,0013	-0,0327	0,0018
	Profit	0,0389	0,0010	0,0366	0,0013	0,0327	0,0018
PTPP	Risiko	-0,0402	0,0028	-0,0270	0,0011	-0,0216	0,0010
	Profit	0,0402	0,0028	0,0270	0,0011	0,0216	0,0010

Perhitungan keuntungan dan kerugian investasi menggunakan tingkat keyakinan 95%. Kerugian maksimum dapat dihitung dengan cara mengkalikan jumlah investasi dengan tingkat risiko, sedangkan untuk keuntungan maksimum dapat mengkalikan jumlah investasi dengan tingkat profit. Pada perusahaan WIKA berdasarkan Tabel 4.14 diketahui kerugian maksimum terdapat pada *window* 250 hari, yaitu seorang investor yang menanamkan modalnya ke perusahaan WIKA sebesar Rp.1 Milyar,- akan mengalami kerugian maksimum sebesar Rp.45.000.000,-. Investor juga memiliki kemungkinan sebesar 95% untuk mendapatkan keuntungan sebesar Rp.45.000.000 apabila menginvestasikan modalnya ke perusahaan WIKA pada periode 250 hari.

Berdasarkan Tabel 4.14 *window* sebesar 250 hari pada perusahaan WSKT adalah tingkat kerugian dan keuntungan maksimum untuk investor. Investor akan mengalami kerugian maksimum sebesar Rp.33.700.000,- dengan tingkat kepercayaan 95% apabila menanamkan modal sebesar Rp.1 Milyar,-. Keuntungan maksimum sebesar Rp.33.700.000,- akan diperoleh investor apabila menanamkan modal sebesar Rp.1 Milyar.

Perusahaan ADHI pada Tabel 4.14 kerugian dan keuntungan maksimum pada *window* 250 hari. Seorang investor menanamkan modal pada perusahaan ADHI sebesar Rp.1 Milyar akan mengalami kerugian maksimum sebesar Rp.38.900.000,- dengan tingkat kepercayaan 95%. Investor juga akan mendapatkan keuntungan maksimum sebesar Rp.38.900.000 apabila menginvestasikan uang sebesar Rp.1 Milyar.

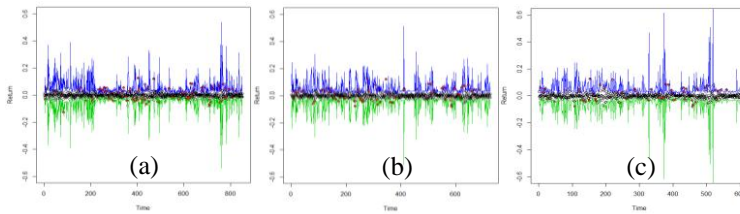
Perusahaan PTPP berdasarkan Tabel 4.14 menunjukkan bahwa pada *window* 250 hari menunjukkan keuntungan dan kerugian terbesar. Investor akan mendapatkan keuntungan sebesar

Rp.40.200.000,- jika menginvestasikan sebesar Rp.1 Milyar. Kerugian maksimum sebesar Rp.40.200.000,-

Selain hasil estimasi nilai VaR pada Tabel 4.14, hasil estimasi VaR pada setiap *window* juga dapat dilihat dengan menggunakan plot. Berikut adalah hasil plot VaR untuk masing-masing perusahaan.

a. WIKA

VaR dengan menggunakan kuantil 5% pada setiap *window* disajikan pada Gambar 4.8.



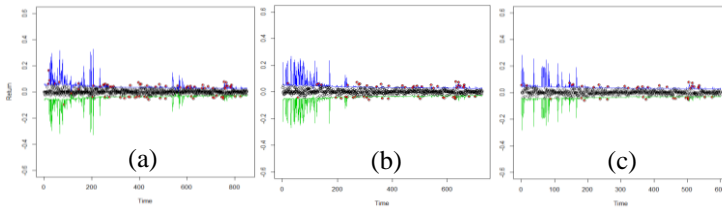
Gambar 4.8 Plot VaR Risiko dan Profit Perusahaan WIKA dengan ARMA-GARCH (a) 250 Hari (b) 375 hari (c) 500 Hari

Pada Gambar 4.8 diketahui bahwa perhitungan risiko return saham ditunjukkan dengan garis berwarna hijau, sedangkan untuk profit return saham ditunjukkan dengan garis berwarna biru. Titik merah adalah data yang keluar dari batas risiko dan profit. Gambar 4.8(a) menunjukkan jumlah window sebanyak 250 hari, lalu (b) menunjukkan sebanyak 375 hari dan (c) sebanyak 500 hari. Nilai VaR pada window sebanyak 375 hari adalah VaR yang paling stabil jika dibandingkan dengan window lainnya. Diketahui pada pengesahan *tax amnesty* batas VaR menunjukkan nilai yang lebih besar (batas VaR lebih lebar daripada waktu sebelumnya) untuk *window* 250 dan 500, hal ini menunjukkan ada sebuah sentimen positif yang mengakibatkan berkurangnya

risiko dalam berinvestasi saham pada periode tersebut, akan tetapi setelah itu batas VaR terus mengalami penurunan.

b. WSKT

Pada perusahaan WSKT perhitungan VaR juga menggunakan kuantil sebesar 5% yang disajikan pada Gambar 4.9.

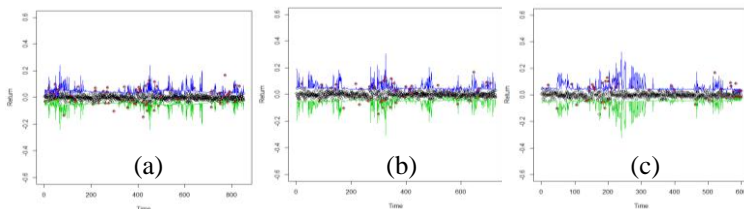


Gambar 4.9 Plot VaR Risiko dan Profit Perusahaan WSKT dengan ARMA-GARCH (a) 250 Hari (b) 375 hari (c) 500 Hari

Sama halnya dengan Gambar 4.8, pada Gambar 4.9 diketahui risiko berwarna hijau dan profit berwarna biru. Nilai VaR pada *window* 500 adalah yang paling stabil dengan pola VaR yang sama yaitu pada awal memiliki pola naik turun dan diakhir cenderung stabil. Diketahui *tax amnesty* tidak berpengaruh pada *return* saham perusahaan WSKT.

c. ADHI

Return saham di perusahaan ADHI juga melakukan perhitungan VaR dan didapatkan hasil plotnya pada Gambar 4.10.

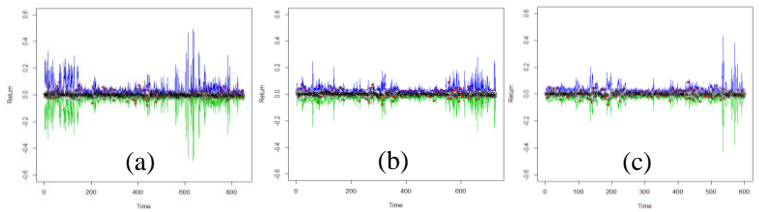


Gambar 4.10 Plot VaR Risiko dan Profit Perusahaan ADHI dengan ARMA-GARCH (a) 250 Hari (b) 375 hari (c) 500 Hari

Sama halnya dengan perusahaan WIKA dan WSKT risiko *return* saham digambarkan dengan garis hijau dan profit dengan garis biru. Pada Gambar 4.10 *window* yang menunjukkan volatilitas terendah adalah 250 hari jika dibandingkan dengan *window* yang lainnya. Pengaruh adanya *tax amnesty* pada *return* saham perusahaan ADHI tidak menunjukkan perubahan yang signifikan, meski di awal disahkannya *tax amnesty* terjadi sedikit pelebaran batas VaR

d. PTPP

Perhitungan estimasi VaR pada perusahaan PTPP menggunakan kuantil 5% pada setiap *window* yang disajikan pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Plot VaR Risiko dan Profit Perusahaan PTPP dengan ARMA-GARCH (a) 250 Hari (b) 375 hari (c) 500 Hari

Pada Gambar 4.11 diketahui bahwa perhitungan risiko *return* saham ditunjukkan dengan garis berwarna hijau pula dan untuk profit, garis berwarna biru. *Window* yang digunakan sama seperti perusahaan lainnya dan nilai VaR dengan *window* yang paling stabil adalah 500 hari jika dibandingkan dengan *window* yang lain. Pada pengesahan *tax amnesty* tanggal 1 Juli 2016 batas VaR menunjukkan nilai yang lebih besar seperti pada perusahaan WIKA, yaitu untuk *window* 250 dan 500. Hal ini menunjukkan ada sebuah sentimen positif yang mengakibatkan berkurangnya

risiko dalam berinvestasi saham pada periode tersebut, akan tetapi setelah itu batas VaR terus mengalami penurunan.

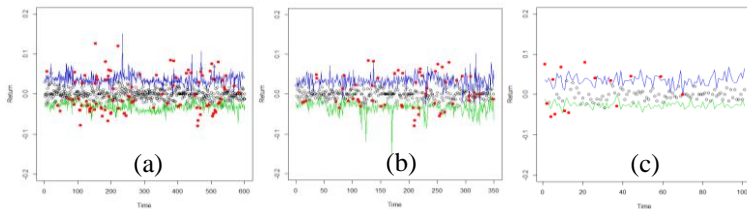
4.2.8 Perhitungan *Conditional Value at Risk* dengan Pendekatan ARMA-GARCH dan Variabel Eksogen

Perhitungan nilai risiko dan profit pada dasarnya tidak hanya dipengaruhi oleh kondisi saham dari perusahaan tersebut di masa lalu, melainkan juga kondisi saham pesaing dan variabel makro ekonomi seperti nilai tukar IDR/USD dan *return* saham IHSG. Perhitungan risiko dengan melibatkan kondisi tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan metode CVaR. CVaR didapatkan dari nilai VaR dengan pendekatan ARMA-GARCH yang telah dilakukan dan variabel eksogen.

Perhitungan estimasi CVaR dilakukan pada masing-masing perusahaan sub-sektor konstruksi dan bangunan. Secara visual perhitungan estimasi CVaR pada masing-masing *window* dilakukan sebagai berikut.

a. WIKA

Perhitungan estimasi CVaR pada perusahaan WIKA melibatkan *return* WIKA dengan nilai VaR perusahaan WSKT, ADHI dan PTPP serta nilai tukar IDR/USD dan *return* kurs IHSG sebagai variabel prediktor. Kuantil yang digunakan adalah 5% dengan menggunakan 3 *window* yaitu 250, 375 dan 500 hari yang disajikan pada Gambar 4.12 berikut.

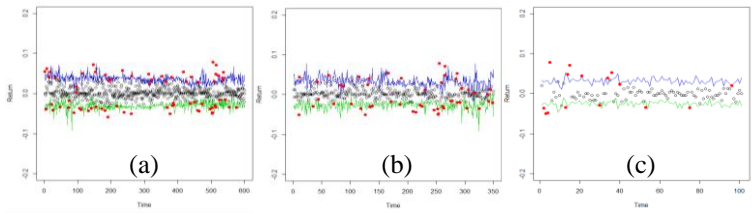


Gambar 4.12 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan WIKA dengan ARMA-GARCH (a) 250 Hari (b) 375 hari (c) 500 Hari

Berdasarkan Gambar 4.12 diketahui bahwa nilai CVAR paling stabil berada di *window* 500 hari, karena pola pergerakannya lebih stabil jika dibandingkan dengan *window* yang lain. Pengesahan *tax amnesty* pada 1 Juli 2016 tidak memberikan adanya pengaruh terhadap batas CVaR dalam perusahaan WIKA, tetap pada rata-rata batas CVaR di setiap *window*nya.

b. WSKT

Perhitungan CVaR pada perusahaan WSKT dilakukan dengan menggunakan *return* WSKT sebagai variabel respon dan nilai VaR WIKA, ADHI dan PTPP, serta dua variabel eksogen sebagai variabel prediktor. Perhitungan CVaR dilakukan pada kuantil 5% dengan menggunakan *window* yang sama dengan perusahaan WIKA terdapat pada Gambar 4.13 berikut.

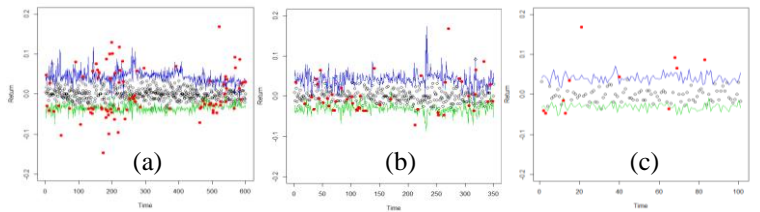


Gambar 4.13 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan WSKT dengan ARMA-GARCH (a) 250 Hari (b) 375 hari (c) 500 Hari

Berdasarkan Gambar 4.13 diketahui bahwa plot CVaR yang memiliki nilai paling stabil adalah pada *window* 500 hari. Diketahui pada pengesahan *tax amnesty* batas VaR tidak menunjukkan nilai yang lebih besar (batas VaR lebih lebar daripada waktu sebelumnya) untuk semua *window*. Hal ini menunjukkan tidak ada sebuah sentimen positif yang mengakibatkan berkurangnya risiko dalam berinvestasi saham pada perusahaan WSKT.

c. ADHI

Sama dengan perhitungan CVaR pada perusahaan WIKA dan WSKT, perusahaan ADHI juga menggunakan *return* perusahaannya sebagai variabel respon dan nilai VaR pada perusahaan lain serta variabel eksogen sebagai variabel prediktor pada kuantil 5% dan ketiga *window*. Hasil perhitungan CVaR disajikan pada Gambar 4.14 berikut.



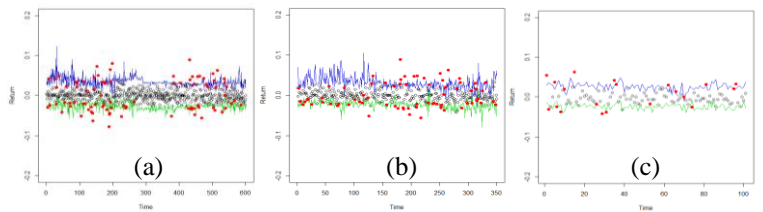
Gambar 4.14 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan ADHI dengan ARMA-GARCH (a) 250 Hari (b) 375 hari (c) 500 Hari

Berdasarkan Gambar 4.14 diketahui hasil perhitungan CVaR perusahaan ADHI untuk setiap *window*. CVaR pada *window* 500 hari menunjukkan nilai yang stabil jika dibandingkan dengan *window* yang lain, karena pola risiko dan profit yang bergerak masih memiliki pola yang sama tidak ada lonjakan yang signifikan. Pengesahan *tax amnesty* pada 1 Juli 2016 tidak memberikan adanya pengaruh terhadap batas CVaR dalam perusahaan WSKT untuk *window* 250 dan 500, akan tetapi untuk periode 375 hari menunjukkan adanya pelebaran batas CVaR.

d. PTPP

Pada perusahaan PTPP menggunakan *return* sahamnya sebagai variabel respon dan VaR pada perusahaan lain serta variabel eksogen sebagai variabel prediktor. Hasil perhitungan CVaR disajikan pada Gambar 4.15.

Berdasarkan Gambar 4.15 diketahui hasil perhitungan CVaR perusahaan PTPP pada *window* 500 hari menunjukkan nilai yang stabil jika dibandingkan dengan *window* 250 dan 375 hari. Diketahui pada pengesahan *tax amnesty* batas VaR tidak menunjukkan batas CVaR lebih lebar daripada waktu sebelumnya.



Gambar 4.15 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan PTPP dengan ARMA-GARCH (a) 250 Hari (b) 375 hari (c) 500 Hari

Setelah dilakukan estimasi nilai CVaR secara visual dan diketahui bahwa setiap *window* memiliki nilai yang berbeda, maka selanjutnya akan disajikan Tabel 4.15 yang merupakan perhitungan estimasi nilai CVaR dengan kuantil 5% pada setiap perusahaan dan *window*.

Tabel 4.15 Estimasi nilai CVaR dengan Pendekatan ARMA-GARCH

Window		250		375		500	
Ukuran		Mean	Varians	Mean	Varians	Mean	Varians
WKA	Risiko	-0,0216	0,0003	-0,0158	0,0004	-0,0043	0,0001
	Profit	0,0255	0,0004	0,0157	0,0004	0,0060	0,0002
WSKT	Risiko	-0,0213	0,0002	-0,0126	0,0002	-0,0042	0,0001
	Profit	0,0254	0,0003	0,0158	0,0004	0,0053	0,0001
ADHI	Risiko	-0,0238	0,0003	-0,0147	0,0003	-0,0052	0,0001
	Profit	0,0306	0,0006	0,0201	0,0006	0,0069	0,0003
PTPP	Risiko	-0,0190	0,0002	-0,0110	0,0002	-0,0039	0,0001
	Profit	0,0245	0,0003	0,0149	0,0004	0,0043	0,0001

Perhitungan keuntungan dan kerugian investasi menggunakan tingkat keyakinan 95%. Kerugian maksimum dapat dihitung dengan cara mengkalikan jumlah investasi dengan tingkat risiko, sedangkan untuk keuntungan maksimum dapat mengkalikan jumlah investasi dengan tingkat profit sama seperti pada estimasi

VaR sebelumnya. Pada perusahaan WIKA berdasarkan Tabel 4.15 diketahui kerugian maksimum terdapat pada *window* 250 hari, yaitu investor yang menanamkan modalnya ke perusahaan WIKA sebesar Rp.1 Milyar,- akan mengalami kerugian maksimum sebesar Rp.21.600.000,- akan tetapi Investor juga memiliki kemungkinan sebesar 95% untuk mendapatkan keuntungan sebesar Rp.25.500.000 apabila menginvestasikan modalnya ke perusahaan WIKA pada periode 250 hari. Investor juga dapat memilih periode penanaman modal selama 500 hari jika ingin berinvestasi dengan risiko terkecil.

Berdasarkan Tabel 4.15 *window* sebesar 250 hari pada perusahaan WSKT adalah tingkat kerugian dan keuntungan maksimum untuk investor. Investor akan mengalami kerugian maksimum sebesar Rp.21.300.000,- dengan tingkat kepercayaan 95% apabila menanamkan modal sebesar Rp.1 Milyar. Keuntungan maksimum sebesar Rp.25.400.000,- akan diperoleh investor apabila menanamkan modal sebesar Rp.1 Milyar. *Window* sebesar 500 hari dapat dijadikan pilihan investor jika menginginkan investasi dengan risiko terendah.

Perusahaan ADHI pada Tabel 4.15 menunjukkan volatilitas terendah pada *window* 500 hari, sedangkan untuk *window* 250 dan 375 hari hampir memiliki tingkat volatilitas yang sama. Seorang investor dengan tingkat kepercayaan 95% menanamkan modal pada perusahaan ADHI sebesar Rp.1 Milyar akan mengalami kerugian maksimum sebesar Rp.23.800.000,- dan investor akan mendapatkan keuntungan maksimum sebesar Rp.25.400.000 apabila menginvestasikan uang sebesar Rp.1 Milyar dengan periode 250 hari.

Perusahaan PTPP berdasarkan Tabel 4.15 menunjukkan bahwa *window* 250 dapat memberi keuntungan dan kerugian terbesar. Investor akan mendapatkan keuntungan sebesar Rp.24.500.000,-

jika menginvestasikan sebesar Rp.1 Milyar dan mengalami kerugian maksimum sebesar Rp.19.000.000,- juga akan dialami investor dengan tingkat kepercayaan 95%.

4.3 Pemodelan ARMAX-GARCHX pada Return Saham Perusahaan Sub Sektor Konstruksi dan Bangunan

Pada penelitian ini analisis VaR dan CVaR juga didekati dengan menggunakan ARMAX untuk parameter *mean* dan GARCHX untuk parameter varians, dimana variabel eksogen yang digunakan adalah *return* IHSG dan *return* nilai tukar rupiah terhadap dollar.

4.3.1 Estimasi dan Pengujian Parameter Model ARMAX

Estimasi dan pengujian didasarkan pada plot ACF dan PACF yang ditunjukkan pada Gambar 4.6 dikarenakan plot ACF dan PACF pada model ARMAX sama dengan model ARMA. Pemodelan ARMAX yang dilakukan dengan konsep *parsimony* disajikan esti-masi dan uji signifikansi untuk setiap perusahaan pada Tabel 4.16 berikut.

Tabel 4.16 Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX

Saham	Model	Parameter	Estimasi	t_{hitung}	P-value
WIKA	ARMAX (0,1,2)	μ	-0,0003	-44723,8	0,0000
		θ_1	0,0131	2358	0,0000
		δ_1	1,6863	28430,2	0,0000
		δ_2	-0,7596	-2357,2	0,0000
	ARMAX (1,0,2)	μ	-0,0003	-7927,6	0,0000
		ϕ_1	0,0601	8177,9	0,0000
		δ_1	4,7342	20155,6	0,0000
		δ_2	-1,1508	-7176,7	0,0000
	ARMAX (1,1,2)	μ	0,0001	15709,9	0,0000
		ϕ_1	0,9345	1301,13	0,0000
		θ_1	-0,9292	-1299,87	0,0000
		δ_1	1,4402	1796,27	0,0000
		δ_2	0,1077	53,457	0,0000

Tabel 4.16 Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX (Lanjutan)

Saham	Model	Parameter	Estimasi	t_{hitung}	P-value
WSKT	ARMAX (0,1,2)	μ	-0,0035	-2560,0	0,0000
		θ_1	0,0202	6952,5	0,0000
		δ_1	1,4367	2560,9	0,0000
		δ_2	-0,2389	-1836,2	0,0000
	ARMAX (1,0,2)	μ	0,0201	6522,4	0,0000
		ϕ_1	-0,4828	-4355,7	0,0000
		δ_1	1,4366	9172,9	0,0000
		δ_2	-0,2395	-8731,2	0,0000
ADHI	ARMAX (0,1,2)	μ	-0,0188	-449,81	0,0000
		θ_1	0,0745	449,73	0,0000
		δ_1	1,5330	407,23	0,0000
		δ_2	0,0000	120,54	0,0000
	ARMAX (1,0,2)	μ	0,0549	623,93	0,0000
		ϕ_1	0,1995	474,90	0,0000
		δ_1	1,5469	624,77	0,0000
		δ_2	0,0000	-805,18	0,0000
PTPP	ARMAX (0,1,2)	μ	0,0105	44,735	0,0000
		θ_1	0,0990	44,737	0,0000
		δ_1	1,4209	44,738	0,0000
		δ_2	0,0000	-62,797	0,0000
	ARMAX (1,0,2)	μ	0,0737	68,469	0,0000
		ϕ_1	0,1682	68,557	0,0000
		δ_1	1,4792	68,562	0,0000
		δ_2	0,0000	-275,77	0,0000

Berdasarkan Tabel 4.16 diketahui hasil estimasi parameter dugaan awal model ARMAX pada setiap perusahaan dan dilakukan uji signifikansi untuk parameter model agar diketahui parameter tersebut signifikan atau tidak. Pada Tabel 4.16 hanya ditampilkan untuk model yang memiliki parameter signifikan saja pada setiap perusahaan dengan menggunakan statistik uji $|t_{hitung}|$ yang dibandingkan dengan t_{tabel} pada tingkat signifikansi α sebesar 5% yang bernilai 1,96. Model signifikan untuk perusahaan WIKA adalah ARMAX(0,1,2), ARMAX(1,0,2) dan

ARMAX(1,1,2), kemudian untuk perusahaan WSKT, ADHI dan PTPP memiliki model ARMAX yang sama.

4.3.2 Diagnostic Checking ARMAX

Model ARMAX yang telah signifikan selanjutnya dilakukan pengecekan asumsi *white noise* dan normalitas yang merupakan syarat dari metode ARMAX. Uji asumsi *white noise* disajikan pada tabel 4.17 Berikut.

Tabel 4.17 Uji Asumsi *White Noise* Model ARMAX

Saham	Model	Lag-ke	Q	P-value
WIKA	ARMAX (0,1,2)	1	0,1830	0,6688
		2	4,2110	0,0027
		5	8,2470	0,0061
	ARMAX (1,0,2)	1	1,6230	0,2026
		2	2,1900	0,1563
		5	17,507	0,0000
	ARMAX (1,1,2)	1	0,0619	0,8035
		5	8,6907	0,0000
		9	10,019	0,0090
WSKT	ARMAX (0,1,2)	1	0,0012	0,9720
		2	0,4005	0,9834
		5	2,1036	0,6813
	ARMAX (1,0,2)	1	169,70	0,0000
		2	169,70	0,0000
		5	172,10	0,0000
ADHI	ARMAX (0,1,2)	1	2,1350	0,1440
		2	3,0770	0,0302
		5	4,0400	0,2191
	ARMAX (1,0,2)	1	225,40	0,0000
		2	227,30	0,0000
		5	229,40	0,0000
PTPP	ARMAX (0,1,2)	1	0,0433	0,8351
		2	1,8869	0,2543
		5	3,1088	0,4044
	ARMAX (1,0,2)	1	0,0154	0,9012
		2	2,2300	0,1461
		5	3,6815	0,2808

Berdasarkan Tabel 4.17 diketahui bahwa model ARMAX pada perusahaan WIKA hanya terdapat satu model yang memenuhi asumsi *white noise* yaitu ARMAX(1,1,2), kemudian untuk perusahaan ADHI memiliki satu model yang *white noise* yaitu ARMAX(0,1,2), kemudian untuk perusahaan WSKT semua perusahaan untuk model ARMAX yang diteliti telah memenuhi asumsi *white noise*, begitupula dengan perusahaan PTPP. Model yang tidak *white noise* diduga dikarenakan adanya *volatilitas* pada data *return* saham yang menyebabkan terjadinya heterokedastisitas pada varians dari residual model ARMAX. Setelah uji asumsi *white noise* dilakukan uji normalitas pada data residual model ARMAX pada Tabel 4.18 berikut.

Tabel 4.18 Uji Normalitas Residual ARMAX

Saham	D			P-value		
	ARMAX (0,1,2)	ARMAX (1,0,2)	ARMAX (1,1,2)	ARMAX (0,1,2)	ARMAX (1,0,2)	ARMAX (1,1,2)
WIKA	0,4710	0,4667	0,4693	0,0000	0,0000	0,0000
WSKT	0,4701	0,4710	-	0,0000	0,0000	-
ADHI	0,4676	0,4674	-	0,0000	0,0000	-
PTPP	0,4677	0,4697	-	0,0000	0,0000	-

Berdasarkan Tabel 4.18 diketahui bahwa tidak semua model dilakukan pengujian normalitas, tetapi hanya model yang signifikan saja. Semua model ARMAX yang dilakukan tidak memenuhi asumsi normal, hal ini dikarenakan nilai *P-value* yang lebih kecil dari taraf signifikan yang digunakan yaitu 5%.

4.3.3 Pemilihan Model ARMAX Terbaik

AIC akan digunakan untuk memilih model terbaik setelah dilakukan *diagnostic checking* pada model ARMAX. Tabel 4.19 menunjukkan pemilihan model ARMAX terbaik dengan menggunakan AIC.

Tabel 4.19 Pemilihan Model ARMAX Terbaik Berdasarkan AIC

Saham	<i>Akaike Information Criterion</i>		
	ARMAX (0,1,2)	ARMAX (1,0,2)	ARMAX (1,1,2)
WIKA	72,721	72,722	72,723
WSKT	72,620	72,720	-
ADHI	72,722	71,069	-
PTPP	72,721	72,820	-

Berdasarkan Tabel 4.19 diketahui hasil AIC berada disekitar nilai 72. Nilai AIC semakin kecil maka modelnya semakin bagus, sehingga penentuan model ARMAX terbaik berdasarkan nilai AIC terkecil. Model ARMAX terbaik untuk perusahaan WIKA adalah ARMAX(0,1,2), untuk WSKT adalah ARMAX(0,1,2), ADHI adalah ARMAX (1,0,2) dan PTPP adalah ARMAX(0,1,2). Setelah diketahui model ARMAX mana yang terbaik maka akan dilakukan pemodelan ARMAX-GARCHX.

4.3.4 Pemodelan ARMAX-GARCHX

Pemodelan GARCHX dilakukan untuk menangkap adanya volatilitas pada residual ARMAX. Sebelum itu, untuk mendeteksi adanya efek heterokedastisitas atau efek ARCH/GARCH maka dilakukan uji *Lagrange Multiplier* (LM), kemudian melihat plot ACF dan PACF berdasarkan residual kuadrat model ARMAX terbaik.

a. Uji Lagrage Multiplier

Pendeteksian adanya efek heterokedastisitas atau efek ARCH/GARCH dapat dilakukan dengan uji *Lagrange Multiplier* (LM) pada Tabel 4.20 berikut.

Tabel 4.20 Uji *Lagrange Multiplier* pada Residual Model ARMAX

k	WIKA ARMAX (0,1,2)	WSKT ARMAX (0,1,2)	ADHI ARMAX (1,0,2)	PTPP ARMAX (0,1,2)	$\chi^2_{0.05, k}$
1	4,414	4,796	178,544	24,861	3,8415
2	13,920	15,447	195,358	38,144	5,9915

Tabel 4.20 Uji *Lagrange Multiplier* pada Residual Model ARMAX (Lanjutan)

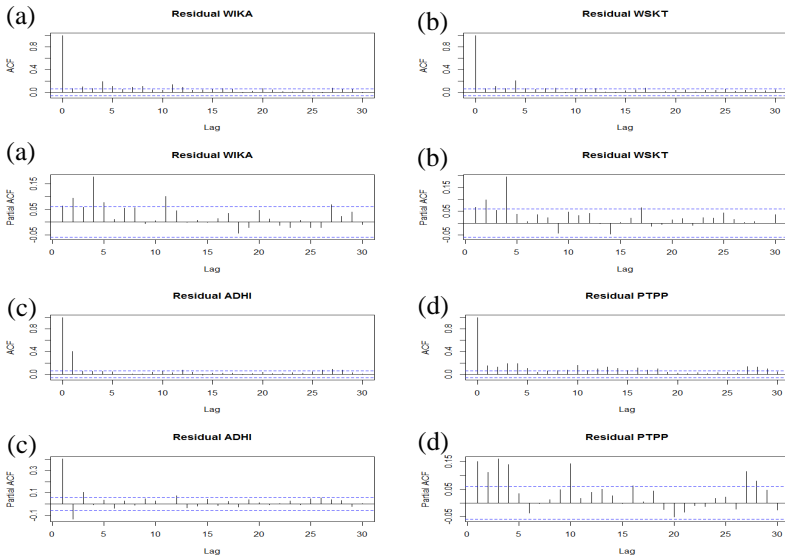
	WIKA	WSKT	ADHI	PTPP	
k	ARMAX (0,1,2)	ARMAX (0,1,2)	ARMAX (1,0,2)	ARMAX (0,1,2)	$\chi^2_{0,05,k}$
3	17,505	18,739	205,173	65,181	7,8147
4	51,156	59,329	204,973	85,467	9,4877
5	57,181	60,650	205,880	86,662	11,070
6	57,183	61,066	206,902	87,955	12,591
7	60,692	62,613	207,229	87,926	14,067
8	64,427	63,047	207,117	88,106	15,507
9	64,440	64,828	208,772	90,391	16,919
10	64,373	66,984	209,407	110,860	18,307

Berdasarkan Tabel 4.20 diketahui hasil perhitungan dari residual model ARMAX pada semua perusahaan memiliki nilai *Chi-square* hitung lebih besar daripada $\chi^2_{0,05,k}$ yang memiliki arti bahwa pada semua model ARMAX di setiap perusahaan memiliki varians residual yang bersifat heterokedastisitas atau terjadi efek ARCH/GARCH. Setelah diketahui bahwa terjadi heterokedastisitas maka dilanjutkan pemodelan GARCHX dengan melibatkan model ARMAX dan variabel eksogen.

b. Plot ACF dan PACF

Parameter dari model GARCHX dapat ditentukan dengan melihat ACF dan PACF dari kuadrat residual model ARMAX yang sudah didapatkan sebelumnya. Gambar 4.16 merupakan ACF dan PACF dari residual model ARMAX.

Pada Gambar 4.16 diketahui bahwa semua lag ke-1 telah signifikan baik ACF maupun PACF. Identifikasi model awal untuk GARCHX memiliki prinsip yang sama dengan ARMAX ataupun GARCH yaitu *parsimony*, sehingga model GARCHX yang akan diestimasi adalah GARCHX(1,0,2), GARCHX(0,1,2) dan GARCHX (1,1,2) yang akan dilakukan analisis bersama-sama dengan model ARMAX terbaik untuk setiap perusahaan berdasarkan AIC yang telah dilakukan.



Gambar 4.16 Plot ACF dan PACF Residual Kuadrat Model ARMA pada WIKA (a), WSKT (b), ADHI (c), PTTP (d)

4.3.5 Estimasi dan Pengujian Parameter Model ARMAX-GARCHX

a. Perusahaan WIKA

Model dugaan awal untuk saham WIKA adalah $\text{ARMAX}(0,1,2)$, kemudian dilakukan pemodelan GARCHX yang dapat dilihat pada Tabel 4.21 berikut.

Tabel 4.21 menunjukkan semua model ARMAX-GARCHX pada perusahaan WIKA memiliki hasil estimasi parameter yang tidak signifikan, karena nilai $|t_{hitung}|$ kurang dari nilai t_{tabel} sebesar 1,96, sebagai contoh pada model $\text{ARMAX}(0,1,2)\text{-GARCHX}(0,1,2)$ didapatkan estimasi parameter untuk θ_1 memiliki $|t_{hitung}|$ sebesar 0,1117, begitupula dengan parameter μ , X_2 , γ_1 dan γ_2 yang kurang dari nilai t_{tabel} , sedangkan untuk parameter X_1 , ω dan β_1 telah signifikan. Berdasarkan Tabel

4.21 dilakukan pemodelan kembali sampai didapatkan parameter yang signifikan.

Tabel 4.21 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-GARCHX Perusahaan WIKA

Model	Par	Estimasi	t_{hitung}	P-value
ARMAX (0,1,2) GARCHX (0,1,2)	μ	0,0004	0,5814	0,5610
	θ_1	-0,0037	-0,1117	0,9111
	δ_1	1,4207	20,835	0,0000
	δ_2	0,0051	0,0354	0,9718
	ω	0,0000	1023,48	0,0000
	β_1	0,9943	3538,66	0,0000
	γ_1	0,0000	0,0000	1,0000
	γ_2	0,0006	1,7854	0,0742
ARMAX (0,1,2) GARCHX (1,0,2)	μ	0,0420	2544,95	0,0000
	θ_1	0,0038	4568,61	0,0000
	δ_1	1,4159	3515,03	0,0000
	δ_2	0,2081	4509,29	0,0000
	ω	0,0000	0,2712	0,7863
	φ_1	1,0000	4532,26	0,0000
	γ_1	0,0000	0,0000	1,0000
	γ_2	0,0000	0,0000	1,0000
ARMAX (0,1,2) GARCHX (1,1,2)	μ	0,0006	0,9629	0,3356
	θ_1	0,0540	1,5333	0,1252
	δ_1	1,3784	19,319	0,0000
	δ_2	-0,0591	-0,4425	0,6581
	ω	0,0000	1,1427	0,2532
	φ_1	0,0346	7,0493	0,0000
	β_1	0,9539	178,13	0,0000
	γ_1	0,0000	0,0000	1,0000
	γ_2	0,0011	0,9337	0,3504

Hasil estimasi model untuk perusahaan WIKA terdapat pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22 menunjukkan bahwa model yang signifikan adalah ARMAX(0,1,0)-GARCHX (1,0,[2]). Hal ini dapat dilihat dari $|t_{hitung}|$ yang lebih dari nilai t_{tabel} sebesar 1,96 pada setiap

parameter model, sehingga didapatkan model perusahaan WIKA sebagai berikut.

$$\text{ARMAX} : \hat{R}_t = 0,011953 - 0,56611 a_{t-1} + a_t, a_t \sim N(0, \sigma_t^2)$$

$$\text{GARCHX} : \hat{\sigma}_t^2 = 0,000052 + a_{t-i}^2 + 0,05711 X_{2,t}$$

Tabel 4.22 Pemodelan ARMAX-GARCHX Ulang *Return* Perusahaan WIKA

Model	Par	Estimasi	t_{hitung}	P-value
ARMAX (0,1,0)	μ	0,0119	378,686	0,0000
	θ_1	-0,5661	-779,183	0,0000
	ω	0,0000	92,006	0,0000
GARCHX (1,0,[2])	β_1	1,0000	116,449	0,0000
	γ_2	0,0571	2661,041	0,0000

b. Perusahaan WSKT

Model dugaan awal untuk WSKT adalah ARMAX (1,0,2), lalu dilakukan pemodelan GARCHX pada Tabel 4.23 berikut.

Tabel 4.23 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-GARCHX Perusahaan WSKT

Model	Par	Estimasi	t_{hitung}	P-value
ARMAX (1,0,2) GARCHX (0,1,2)	μ	0,0014	2,3912	0,0168
	ϕ_1	0,0120	0,3980	0,6906
	δ_1	1,3537	21,344	0,0000
	δ_2	-0,1471	-1,1080	0,2678
	ω	0,0000	75,6003	0,0000
	β_1	0,9921	26163,4	0,0000
	γ_1	0,0000	0,3026	0,7622
	γ_2	0,0029	46,609	0,0000
ARMAX (1,0,2) GARCHX (1,0,2)	μ	0,0020	2,2954	0,0217
	ϕ_1	0,0114	0,2709	0,7865
	δ_1	1,4132	23,2866	0,0000
	δ_2	-0,0023	-0,0151	0,9880
	ω	0,0008	43,3809	0,0000
	φ_1	0,0292	3,0144	0,0026
	γ_1	0,0347	45,266	0,0000
	γ_2	0,0369	36,148	0,0000

Tabel 4.23 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-GARCHX
Perusahaan WSKT (Lanjutan)

Model	Par	Estimasi	t_{hitung}	P-value
ARMAX (1,0,2) GARCHX (1,1,2)	μ	0,0015	2,4900	0,0128
	ϕ_1	0,0319	1,0119	0,3116
	δ_1	1,2781	18,797	0,0000
	δ_2	-0,1983	-1,5427	0,1229
	ω	0,0000	13,211	0,0000
	φ_1	0,0302	6,698	0,0000
	β_1	0,9500	156,140	0,0000
	γ_1	0,0000	0,0000	1,0000
	γ_2	0,0020	1,6886	0,0913

Berdasarkan Tabel 4.23 diketahui bahwa dari semua model awal ARMAX(1,0,2) dengan dilakukan pemodelan GARCHX tidak ada yang signifikan untuk semua parameternya. Hal ini ditunjukkan dengan hasil $|t_{hitung}|$ untuk beberapa parameter kurang dari nilai t_{tabel} sebesar 1,96, seperti pada model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(0,1,2) didapatkan tiga parameter yang tidak signifikan yaitu ϕ_1 , X_2 , dan γ_2 yang masing-masing memiliki $|t_{hitung}|$ secara berturut-turut 0,398, -1,108 dan 0,3026. Diketahui ketiga $|t_{hitung}|$ lebih kecil dari t_{tabel} sebesar 1,96, sehingga diketahui ketiga parameter tersebut tidak signifikan. Berdasarkan hasil dari Tabel 4.23 dilakukan pemodelan kembali sampai didapatkan parameter yang signifikan. Hasil estimasi model untuk perusahaan WSKT terdapat pada Tabel 4.24 berikut.

Tabel 4.24 Pemodelan ARMAX-GARCHX Ulang *Return* Perusahaan WSKT

Model	Par	Estimasi	t_{hitung}	P-value
ARMAX (1,0,1) GARCHX (1,0,[2])	μ	0,0740	2926,131	0,00000
	ϕ_1	-0,1200	-3403,031	0,00000
	δ_1	2,0887	3376,803	0,00000
	ω	0,0000	13,974	0,00000
	φ_1	1,0000	3486,728	0,00000
	γ_2	0,00001	2,3333	0,01963

Tabel 4.24 menunjukkan bahwa model yang signifikan ARMAX(1,0,1)-GARCHX(1,0,[2]). Hal ini dapat dilihat dari $|t_{hitung}|$ yang lebih dari nilai t_{tabel} sebesar 1,96 pada setiap parameter model, sehingga didapatkan model perusahaan WSKT sebagai berikut.

$$\text{ARMAX} : \hat{R}_t = 0,073962 - 0,120083 R_{t-1} + 2,088677 X_{1,t} + a_t, a_t \sim N(0, \sigma_t^2)$$

$$\text{GARCHX} : \hat{\sigma}_t^2 = 0,000005 + a_{t-i}^2 + 0,000001 X_{2,t}$$

c. Perusahaan ADHI

Model dugaan awal untuk saham ADHI adalah ARMAX (1,0,2), setelah itu dilakukan pemodelan GARCHX yang dapat dilihat pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-GARCHX
Perusahaan ADHI

Model	Par	Estimasi	t_{hitung}	P-value
ARMAX (1,0,2) GARCHX (0,1,2)	μ	0,000438	0,58183	0,5607
	ϕ_1	0,038668	1,28128	0,2001
	δ_1	1,45601	19,08393	0,0000
	δ_2	-0,392729	-2,41273	0,0158
	ω	0,000002	8640,034	0,0000
	β_1	0,994527	4035,935	0,0000
	γ_1	0,0000	0,0000	1,0000
	γ_2	0,00152	4,31153	0,0000
ARMAX (1,0,2) GARCHX (1,0,2)	μ	0,00033	0,42476	0,6710
	ϕ_1	0,058536	1,62666	0,1038
	δ_1	1,524591	19,70051	0,0000
	δ_2	-0,427203	-2,59837	0,0094
	ω	0,000547	18,70655	0,0000
	φ_1	0,101906	2,63231	0,0085
	γ_1	0,004856	3,17596	0,0015
	γ_2	0,0000	0,0000	1,0000
ARMAX (1,0,2) GARCHX (1,1,2)	μ	0,000554	0,762803	0,4456
	ϕ_1	0,037446	1,145936	0,2518
	δ_1	1,452783	17,9089	0,0000

Tabel 4.25 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-GARCHX
Perusahaan ADHI (Lanjutan)

Model	Par	Estimasi	t_{hitung}	P-value
ARMAX (1,0,2) GARCHX (1,1,2)	δ_2	-0,4798	-2,98702	0,0028
	ω	0,000021	3,406831	0,0007
	ϕ_1	0,033664	2,929924	0,0034
	β_1	0,9311	40,3198	0,0000
	γ_1	0,0000	0,0000	1,0000
	γ_2	0,00019	0,094842	0,9244

Tabel 4.25 menunjukkan semua kemungkinan model ARMAX-GARCHX pada perusahaan ADHI memiliki hasil estimasi parameter yang tidak signifikan, karena $|t_{hitung}|$ kurang dari nilai t_{tabel} sebesar 1,96, sebagai contoh pada model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(0,1,2) didapatkan estimasi parameter untuk μ memiliki $|t_{hitung}|$ sebesar 0,5818, begitupula dengan parameter ϕ_1 dan γ_1 yang kurang dari nilai t_{tabel} , sedangkan untuk parameter lainnya telah signifikan. Berdasarkan Tabel 4.25 dilakukan pemodelan kembali sampai didapatkan parameter yang signifikan. Hasil estimasi model untuk perusahaan ADHI terdapat pada Tabel 4.26 berikut.

Tabel 4.26 Pemodelan ARMAX-GARCHX Ulang *Return* Perusahaan ADHI

Model	Par	Estimasi	t_{hitung}	P-value
ARMAX (1,0,2)	ϕ_1	0,526595	4479,549	0,000
	δ_1	0,408626	4825,242	0,000
GARCHX (0,1,0)	δ_2	0,32239	4657,465	0,000
	ω	0,000004	16,891	0,000
	β_1	1	4801,231	0,000

Tabel 4.26 menunjukkan bahwa model yang memiliki parameter signifikan pada perusahaan ADHI adalah ARMAX (1,0,2)-GARCHX (0,1,0). Hal ini dapat dilihat dari $|t_{hitung}|$ yang lebih dari nilai t_{tabel} . pada setiap parameter model, sehingga didapatkan model untuk perusahaan ADHI sebagai berikut.

$$\text{ARMAX} : \hat{R}_t = 0,5266 R_{t-1} + 0,4086 X_{1,t} + 0,3224 X_{2,t} + a_t, a_t \sim N(0, \sigma_t^2)$$

$$\text{GARCHX} : \hat{\sigma}_t^2 = 0,000004 + \sigma_{t-1}^2$$

d. Perusahaan PTPP

Model dugaan awal untuk PTPP adalah ARMAX (0,1,2), lalu memodelkan GARCHX yang dapat dilihat pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27 Estimasi dan Uji Signifikansi Model ARMAX-GARCHX
Perusahaan PTPP

Model	Par	Estimasi	<i>t</i> _{hitung}	P-value
ARMAX (0,1,2)	μ	0,0012	1,6818	0,0926
	θ_1	0,0806	2,5564	0,0106
	δ_1	1,3726	20,439	0,0000
	δ_2	-0,1415	-0,9982	0,3182
	ω	0,0000	712,21	0,0000
	β_1	0,9938	2541,46	0,0000
	γ_1	0,0000	0,0000	1,0000
	γ_2	0,0008	1,9002	0,0574
GARCHX (1,0,2)	μ	0,0488	12170	0,0000
	θ_1	-0,2435	-121854	0,0000
	δ_1	1,8816	137,11	0,0000
	δ_2	-0,5140	-45,91	0,0000
	ω	0,0000	20,5310	0,0000
	φ_1	1,0000	834,99	0,0000
	γ_1	0,0636	381,88	0,0000
	γ_2	0,0220	16,8520	0,0000
ARMAX (0,1,2)	μ	0,0010	1,6229	0,1046
	θ_1	0,0860	2,4936	0,0126
	δ_1	1,2293	18,108	0,0000
	δ_2	-0,1162	-0,9531	0,3406
	ω	0,0000	4,0607	0,0000
	φ_1	0,0769	5,3163	0,0000
	β_1	0,9056	63,465	0,0000
	γ_1	0,0000	0,0000	1,0000
GARCHX (1,0,2)	γ_2	0,0008	0,6172	0,5371

Berdasarkan Tabel 4.27 diketahui bahwa dari semua model awal ARMAX(0,1,2) dengan dilakukan pemodelan GARCHX ada satu model yang signifikan untuk semua parameternya yaitu ARMAX(0,1,2)-GARCHX(1,0,2), akan tetapi model tersebut tidak memenuhi asumsi *white noise*. Hal ini ditunjukkan dengan hasil $|t_{hitung}|$ untuk semua parameter lebih dari nilai t_{tabel} sebesar 1,96. Diketahui model selain ARMAX(0,1,2)-GARCHX(1,0,2) tidak ada yang memiliki kriteria semua parameter signifikan. Berdasarkan hasil dari Tabel 4.27 dilakukan pemodelan kembali sampai didapatkan parameter yang signifikan. Hasil estimasi model untuk perusahaan PTPP terdapat pada Tabel 4.28 berikut.

Tabel 4. 28 Pemodelan ARMAX-GARCHX Ulang *Return* Perusahaan PTPP

Interval	Model	Par	Estimasi	t_{hitung}	P-value
1 sampai 250	ARMAX	ϕ_1	0,537198	2193,8931	0,0000
	(1,0, [2])	δ_2	-7,245759	-2091,6275	0,0000
	GARCHX	ω	0,000001	2,7131	0,0066
	(1,0,0)	φ_1	0,28365	2286,3342	0,0000
21 sampai 270	ARMAX	ϕ_1	0,39035	19,254	0,0000
	(1,0,[2])	δ_2	0,9210	10,145	0,0000
	GARCHX	ω	0,00012	16,194	0,0000
	(1,0,0)	φ_1	1,0000	12,113	0,0000
650 sampai 899	ARMAX	ϕ_1	0,516279	3907,51	0,0000
	(1,0, [2])	δ_2	39,745925	2971,47	0,0000
	GARCHX	ω	0,000004	235,06	0,0000
	(1,0,0)	φ_1	0,0614	3529,12	0,0000

Tabel 4.28 menunjukkan pemodelan ulang pada perusahaan PTPP yang telah signifikan pada *window* sebesar 250 dengan 3 kali perulangan. Model dengan parameter signifikan pada $|t_{hitung}|$ yang melebihi nilai t_{tabel} adalah ARMAX(1,0,[2])-GARCHX (1,0,0), sehingga didapatkan model sebagai berikut.

Model 1

$$\text{ARMAX} : \hat{R}_t = 0,537198 R_{t-1} - 7,245759 X_{2,t} + a_t, a_t \sim N(0, \sigma_t^2)$$

$$\text{GARCHX} : \hat{\sigma}_t^2 = 0,000001 + 0,28365 \sigma_{t-1}^2$$

Model 2

$$\text{ARMAX} : \hat{R}_t = 0,39035 R_{t-1} + 0,28365 X_{2,t} + a_t, a_t \sim N(0, \sigma_t^2)$$

$$\text{GARCHX} : \hat{\sigma}_t^2 = 0,00012 + \sigma_{t-1}^2$$

Model 3

$$\text{ARMAX} : \hat{R}_t = 0,516279 R_{t-1} + 39,745925 X_{2,t} + a_t, a_t \sim N(0, \sigma_t^2)$$

$$\text{GARCHX} : \hat{\sigma}_t^2 = 0,000004 + 0,0614 \sigma_{t-1}^2$$

4.3.6 Perhitungan Value at Risk dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX

Pada penelitian ini menggunakan konsep *moving window* pada data deret waktu, dimana satu *window* terdiri dari 250, 375 dan 500 hari transaksi. *Value at Risk* (VaR) dihitung dengan menggunakan konsep *window* tersebut dengan menggunakan kuantil sebesar 5% berdasarkan model yang sudah dilakukan estimasi pada poin sebelumnya. Hasil estimasi nilai VaR terdapat pada Tabel 4.29 berikut.

Tabel 4. 29 Estimasi nilai VaR dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX

Window		250		375		500	
Ukuran		Mean	Vars	Mean	Vars	Mean	Vars
WIKA	Risiko	-0,0464	0,0038	-0,0363	0,0022	-0,0369	0,0031
	Profit	0,0464	0,0014	0,0363	0,0022	0,0369	0,0031
WSKT	Risiko	-0,0366	0,0015	-0,0342	0,0020	-0,0335	0,0026
	Profit	0,0366	0,0015	0,0342	0,0020	0,0335	0,0026
ADHI	Risiko	-0,0336	0,0004	-0,0285	0,0005	-0,0241	0,0005
	Profit	0,0336	0,0004	0,0285	0,0005	0,0241	0,0005
PTPP	Risiko	-0,0423	0,0023	-0,0381	0,0022	-0,0324	0,0026
	Profit	0,0423	0,0023	0,0381	0,0022	0,0324	0,0026

Perhitungan keuntungan dan kerugian investasi menggunakan tingkat keyakinan 95%. Kerugian maksimum dapat dihitung dengan cara mengkalikan jumlah investasi dengan tingkat risiko, sedangkan untuk keuntungan maksimum dapat

mengkalikan jumlah investasi dengan tingkat profit. Pada perusahaan WIKA berdasarkan Tabel 4.29 diketahui kerugian maksimum terdapat pada *window* 250 hari, yaitu seorang investor yang menanamkan modalnya ke perusahaan WIKA sebesar Rp.1 Milyar,- akan mengalami kerugian maksimum sebesar Rp.46.400.000,-. Investor juga memiliki kemungkinan sebesar 95% untuk mendapatkan keuntungan sebesar Rp. 46.400.000 apabila menginvestasikan modalnya ke perusahaan WIKA pada periode 250 hari. Investor juga dapat memilih periode penanaman modal selama 250 hari jika ingin berinvestasi dengan volatilitas terkecil.

Berdasarkan Tabel 4.29 *window* sebesar 250 hari pada perusahaan WSKT adalah tingkat kerugian dan keuntungan maksimum untuk investor. Investor akan mengalami kerugian maksimum sebesar Rp.36.600.000,- dengan tingkat kepercayaan 95% apabila menanamkan modal sebesar Rp.1 Milyar. Keuntungan maksimum sebesar Rp.36.600.000,- akan diperoleh investor apabila menanamkan modal sebesar Rp.1 Milyar. *Window* sebesar 250 hari dapat dijadikan pilihan investor jika menginginkan investasi dengan volatilitas terendah.

Perusahaan ADHI pada Tabel 4.29 menunjukkan volatilitas terendah pada *window* 250 hari, begitupula dengan kerugian maksimum dan keuntungan maksimum. Seorang investor dengan tingkat kepercayaan 95% menanamkan modal pada perusahaan ADHI sebesar Rp.1 Milyar akan mengalami kerugian maksimum sebesar Rp.33.600.000,-. Investor juga akan mendapatkan keuntungan maksimum sebesar Rp.33.600.000 apabila menginvestasikan uang sebesar Rp. 1 Milyar.

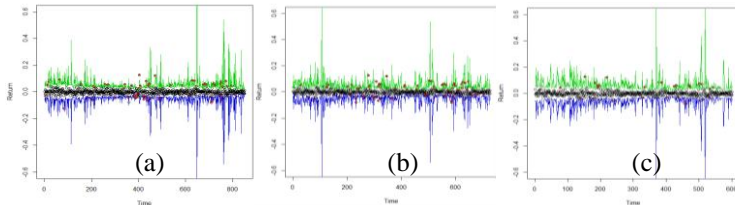
Perusahaan PTPP berdasarkan Tabel 4.29 menunjukkan bahwa *window* 250 menunjukkan keuntungan dan kerugian terbesar. Investor akan mendapatkan keuntungan sebesar

Rp.42.300.000,- jika menginvestasikan sebesar Rp.1 Milyar. Kerugian maksimum sebesar Rp.42.300.000,- juga akan dialami investor dengan tingkat kepercayaan 95%.

Selain hasil estimasi nilai VaR pada Tabel 4.29, hasil estimasi VaR pada setiap *window* juga dapat dilihat dengan menggunakan plot. Berikut adalah hasil plot VaR dengan pendekatan ARMAX-GARCHX

a. WIKA

Perhitungan estimasi VaR dengan menggunakan kuantil 5% pada setiap *window* disajikan pada Gambar 4.16.

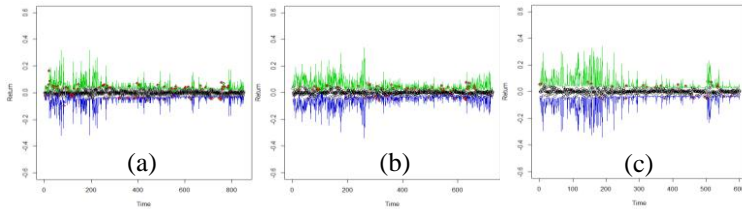


Gambar 4.17 Plot VaR Risiko dan Profimmmt Perusahaan WIKA dengan ARMAX-GARCHX (a) 250 Hari (b) 375 hari (c) 500 Hari

Pada Gambar 4.16 diketahui bahwa perhitungan risiko *return* saham ditunjukk an dengan garis berwarna hijau, sedangkan untuk profit *return* saham ditunjukkan dengan garis berwarna biru. Titik merah adalah data yang keluar dari batas risiko dan profit. Gambar 4.8 (a) menunjukkan jumlah *window* sebanyak 250 hari, lalu (b) menunjukkan sebanyak 375 hari dan (c) sebanyak 500 hari. Nilai VaR pada *window* sebanyak 375 hari adalah VaR yang paling stabil jika dibandingkan dengan *window* lainnya. Diketahui pada pengesahan *tax amnesty* batas VaR menunjukkan nilai yang lebih besar, hal ini menunjukkan ada sebuah sentimen positif yang mengakibatkan berkurangnya risiko dalam berinvestasi saham pada periode tersebut, akan tetapi setelah itu batas VaR terus mengalami penurunan

b. WSKT

Return saham di perusahaan WSKT juga melakukan perhitungan VaR dan didapatkan hasil plotnya pada Gambar 4.17.



Gambar 4.18 Plot VaR Risiko dan Profit Perusahaan WSKT dengan ARMAX-GARCHX (a) 250 Hari (b) 375 hari (c) 500 Hari

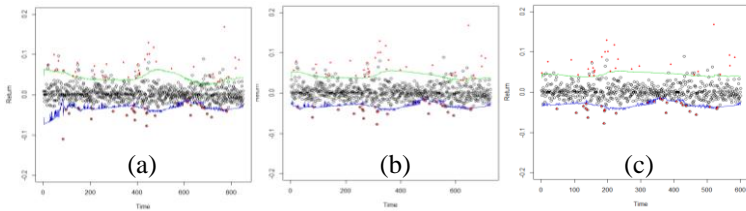
Sama halnya dengan perusahaan WIKA risiko *return* saham digambarkan dengan garis hijau dan profit dengan garis biru. *Window* yang digunakan juga sama dan *window* sebanyak 250 hari adalah *window* yang paling stabil jika dibandingkan dengan *window* 375 hari dan 500 hari. Pada *window* 250 dan 375 periode *tax amnesty* tidak terlihat adanya perubahan yang signifikan, akan tetapi pada awal dibukanya *tax amnesty* diketahui semua *window* menunjukkan adanya pelebaran batas VaR yang artinya pada saat pembukaan *tax amnesty* dapat mengurangi risiko dalam berinvestasi saham, akan tetapi setelah itu saham WSKT cenderung kembali normal.

c. ADHI

Pada perusahaan ADHI perhitungan estimasi VaR juga menggunakan kuantil sebesar 5% dan menggunakan *window* sebesar 250, 375 dan 500 hari yang disajikan pada Gambar 4.18.

Sama halnya dengan Gambar 4.17, pada Gambar 4.18 diketahui risiko berwarna hijau dan profit berwarna biru. Nilai VaR pada saham perusahaan ADHI mengalami penyempitan setelah *window* ke 500, kemudian setelah itu melebar pada saat momen disahkannya *tax amnesty* dan melebar sedikit demi sedikit

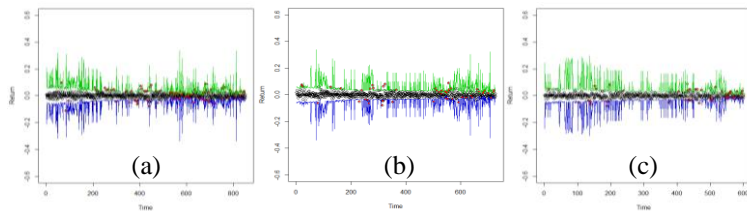
lagi setelah periode awal *tax amnesty*. Berdasarkan ketiga *window*, diketahui yang paling stabil adalah *window* 500 hari.



Gambar 4.19 Plot VaR Risiko dan Profit Perusahaan ADHI dengan ARMAX-GARCHX (a) 250 Hari (b) 375 hari (c) 500 Hari

d. PTPP

Perhitungan estimasi VaR pada perusahaan PTPP menggunakan kuantil 5% pada setiap *window* yang disajikan pada Gambar 4.19.



Gambar 4.20 Plot VaR Risiko dan Profit Perusahaan PTPP dengan ARMAX-GARCHX (a) 250 Hari (b) 375 hari (c) 500 Hari

Pada Gambar 4.19 diketahui bahwa perhitungan risiko *return* saham ditunjukkan dengan garis berwarna hijau pula dan untuk profit, garis berwarna biru. *Window* yang digunakan sama seperti perusahaan lainnya dan nilai VaR dengan *window* yang paling stabil adalah 375 hari jika dibandingkan dengan *window* yang lain. Sama halnya dengan pola VaR pada perusahaan lain, pada awal diresmikannya *tax amnesty* batas dari VaR melebar yang menyebabkan mengecilnya risiko dari saham PTPP itu sendiri. Akan tetapi sentimen positif terhadap saham PTPP juga

mengalami hal yang sama yaudah perlahan menurun, perbedaannya yaitu sebelum di akhir penutupan program *tax amnesty* VaR untuk PTPP meningkat secara signifikan tetapi kemudian turun lagi secara signifikan pula.

4.3.7 Perhitungan *Conditional Value at Risk* dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX

Perhitungan nilai risiko dan profit pada dasarnya tidak hanya dipengaruhi oleh kondisi saham dari perusahaan tersebut di masa lalu, melainkan juga kondisi saham pesaing dan variabel makro ekonomi, seperti nilai tukar IDR/USD dan return saham IHSG. Perhitungan risiko dengan melibatkan kondisi tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan metode CVaR. CVaR yang dilakukan pada pendekatan ARMAX-GARCHX tidak akan melibatkan variabel eksogen lagi, karena variabel tersebut sudah ada dalam perhitungan VaR dengan pendekatan ARMAX-GARCHX.

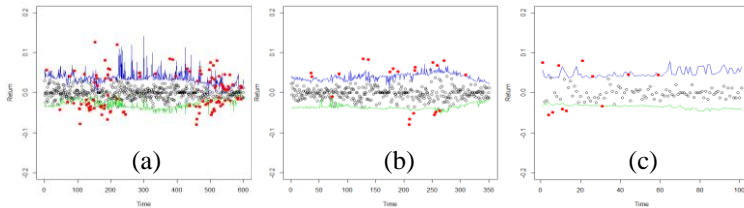
Perhitungan estimasi CVaR dilakukan pada masing-masing perusahaan sub-sektor konstruksi dan bangunan. Secara visual perhitungan estimasi CVaR pada masing-masing *window* dilakukan sebagai berikut.

a. WIKA

Perhitungan estimasi CVaR pada perusahaan WIKA melibatkan *return* WIKA dengan nilai VaR perusahaan WSKT, ADHI dan PTPP sebagai variabel prediktor. Kuantil yang digunakan adalah 5% yang disajikan pada Gambar 4.20.

Berdasarkan Gambar 4.20 diketahui bahwa d CVaR untuk melihat tingkat risiko dari saham perusahaan WIKA tidak terlihat adanya pengaruh program *tax amnesty* terhadap saham di perusahaan WIKA. Berdasarkan plot pada Gambar 4.20 diketahui bahwa *window* 375 hari adalah *window* yang memiliki volatilitas

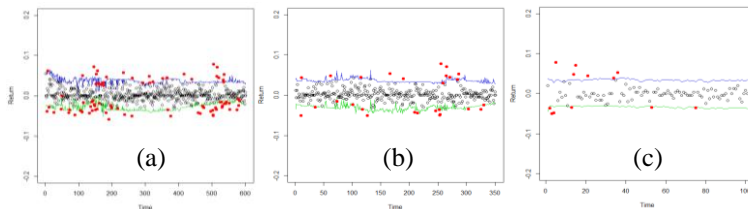
risiko terkecil, sedangkan yang terbesar pada *window* 250 hari ketika menggunakan CVaR dengan pendekatan ARMAX-GARCHX



Gambar 4.21 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan WIKA dengan ARMAX-GARCHX (a) 250 Hari (b) 375 hari (c) 500 Hari

b. WSKT

Perhitungan CVaR dengan pendekatan ARMAX-GARCHX pada perusahaan WSKT melibatkan VaR dari perusahaan lain yaitu WIKA, ADHI dan PTPP yang ada di dalam penelitian ini. Plot yang dihasilkan berdasarkan *window* dengan menggunakan kuantil sebesar 5%. Gambar 4.21 menunjukkan hasil perhitungan CVaR.



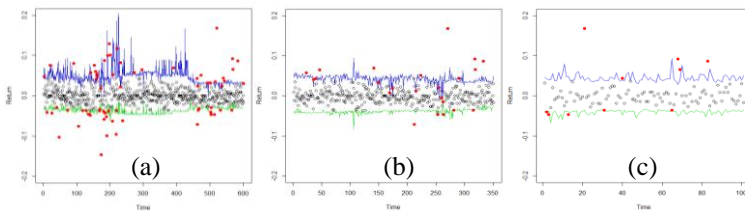
Gambar 4.22 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan WSKT dengan ARMAX-GARCHX (a) 250 Hari (b) 375 hari (c) 500 Hari

Berdasarkan Gambar 4.21 diketahui bahwa hasil yang sama diperoleh oleh WSKT, yaitu tidak menunjukkan adanya sentimen positif *tax amnesty* untuk semua *window* yang diteliti. *Window* dengan periode 500 hari menunjukkan batas CVaR paling stabil dibandingkan periode *window* lainnya, sedangkan *window* 250

hari menunjukkan volatilitas tertinggi pada perhitungan CVaR dengan pendekatan ARMAX-GARCHX.

c. ADHI

Perusahaan ADHI juga melakukan pendekatan yang sama dalam perhitungan CVaRnya dengan menggunakan periode *window* 250 hari, 375 hari dan 500 hari. Didapatkan hasil plot sesuai pada Gambar 4.22.



Gambar 4.23 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan ADHI dengan ARMAX-GARCHX (a) 250 Hari (b) 375 hari (c) 500 Hari

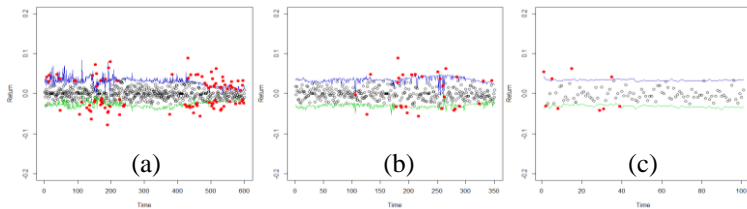
Gambar 4.22 menunjukkan volatilitas tertinggi terjadi pada data dengan *window* 250 hari dibandingkan dengan *window* yang lainnya. *Window* 500 juga menunjukkan volatilitas terendah dengan pola yang paling stabil jika dibandingkan dengan *window* lainnya, hal ini serupa dengan perusahaan WSKT dan WIKA.

d. PTPP

Perhitungan CVaR dengan pendekatan ARMAX-GARCHX pada perusahaan PTPP sama dengan ketiga perusahaan lainnya, yaitu dengan kuantil 5% dan tiga periode *window*. Berikut adalah hasil perhitungan CVaR yang disajikan pada Gambar 4.23 berikut.

Berdasarkan Gambar 4.23 volatilitas tertinggi terjadi pada data dengan periode *window* yang sama yaitu 250 hari. Hal ini ditunjukkan dengan naik turunnya batas CVaR. *Window* 500 menunjukkan volatilitas terendah dengan pola yang paling stabil

jika dibandingkan dengan *window* yang lainnya, hal ini serupa dengan perusahaan ADHI, WSKT dan WIKA.



Gambar 4.24 Plot CVaR Risiko dan Profit Perusahaan PTTP dengan ARMAX-GARCHX (a) 250 Hari (b) 375 hari (c) 500 Hari

Setelah dilakukan estimasi nilai CVaR dengan pendekatan ARMAX-GARCHX secara visual dan diketahui bahwa setiap *window* memiliki nilai dan varians yang berbeda, maka selanjutnya akan disajikan Tabel 4.30 yang merupakan perhitungan estimasi nilai CVaR dengan kuantil 5% pada setiap perusahaan dan *window*.

Tabel 4.30 Estimasi nilai CVaR dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX

Window		250		375		500	
Ukuran		<i>Mean</i>	<i>Varians</i>	<i>Mean</i>	<i>Varians</i>	<i>Mean</i>	<i>Varians</i>
WIKI	Risiko	-0,02813	0,00011	-0,03573	0,00004	-0,03447	0,00002
	Profit	0,03499	0,00026	0,03989	0,00008	0,04901	0,00010
WSKT	Risiko	-0,02707	0,00009	-0,03032	0,00004	-0,03312	0,00001
	Profit	0,03684	0,00005	0,03635	0,00003	0,03406	0,00001
ADHI	Risiko	-0,03619	0,00005	-0,03888	0,00003	-0,04039	0,00004
	Profit	0,04867	0,00049	0,04169	0,00011	0,04472	0,00010
PTPP	Risiko	-0,02604	0,00006	-0,02975	0,00003	-0,03110	0,00001
	Profit	0,02933	0,00012	0,03494	0,00005	0,03409	0,00000

Sama halnya dengan VaR, cara menghitung keuntungan dan kerugian dalam investasi dalam CVaR dengan mengalikan tingkat risiko dan tingkat profit dengan jumlah investasi yang dilakukan.

Seorang investor jika berinvestasi sebesar Rp1 Milyar di perusahaan WIKI dengan kuantil 5% akan mengalami kerugian maksimal sebesar Rp.34.470.000,- dan juga memiliki

kemungkinan sebesar 95% mendapatkan keuntungan sebesar Rp.49.901.000,- apabila berinvestasi dengan *window* selama 500 hari. Pada *window* dengan periode 500 hari juga menunjukkan volatilitas terkecil dibandingkan periode lainnya.

Pada perusahaan WSKT seorang investor bisa mendapatkan keuntungan maksimum dengan berinvestasi pada *window* 250 hari. Pada tingkat kepercayaan 95%, apabila seorang investor berinvestasi sebesar Rp1 Milyar maka dapat memperoleh keuntungan sebesar Rp.36.840.000,- dan juga mengalami kerugian sebesar Rp.27.070.000,-. *Window* dengan periode 500 hari memiliki volatilitas terkecil dengan varians sebesar 0.0001.

Investasi sebesar Rp.1 Milyar di perusahaan ADHI kerugian maksimum sebesar Rp.36.190.000,- dengan tingkat kepercayaan 95%, akan tetapi tingkat keuntungannya lebih besar yaitu Rp.48.670.000,- jika berinvestasi pada *window* 250 hari. Periode *window* 500 hari kembali memiliki volatilitas terkecil seperti yang terjadi pada perusahaan WIKA dan WSKT.

Perusahaan PTTP memiliki volatilitas terkecil pada periode *window* yang sama yaitu 500 hari. Investor dapat menanamkan sahamnya sebesar Rp1 Milyar jika ingin mendapatkan keuntungan sebesar Rp.34.940.000,- dengan tingkat kepercayaan 95% dan maksimum mengalami kerugian sebesar Rp.29.750.000,-

4.4 Perbandingan Keakuratan Estimasi Risiko dengan Menggunakan *Expected Shortfall* dan *Duration Test*

Backtesting digunakan untuk melihat apakah metode yang digunakan untuk mengestimasi risiko dari suatu saham telah akurat atau tidak. Dalam penelitian ini akan menggunakan dua metode *backtesting* yaitu dengan *expected shortfall* (E.S) dan *duration test*.

4.4.1 Expected Shortfall Test

Kebaikan model VaR dan CVaR yang telah diestimasi dengan dua pendekatan yaitu ARMA-GARCH dengan ditambahkan variabel eksogen kurs IDR/USD dan return IHSG pada CVaR, serta pendekatan ARMAX-GARCHX dengan variabel eksogen yang sama akan diuji dengan menggunakan *kupiec test* atau biasa dikenal dengan *expected shortfall test*. Tes tersebut dapat menunjukkan kebaikan model VaR dan CVaR dengan melihat selisih risiko dan profit yang terjadi pada model tersebut sesuai dengan kuantil yang digunakan, yaitu 5%. Berikut hasil *expected shortfall test* pada saham sub sektor konstruksi dan bangunan.

a. ARMA-GARCH

Pada pendekatan ARMA-GARCH akan ditunjukkan hasil *expected shortfall test* di Tabel 4.31 berikut.

Tabel 4.31 Hasil *Expected Shortfall* Pendekatan ARMA-GARCH dengan Variabel Eksogen

Saham	Risiko			ES		Profit		ES	
	VaR	CVaR		VaR	CVaR	VaR	CVaR	VaR	CVaR
WIKA	250	43	78	5,05%	12,98%	51	60	5,99%	9,98%
	375	34	19	4,68%	5,41%	45	31	6,20%	8,83%
	500	25	6	4,15%	5,94%	33	9	5,48%	8,91%
WSKT	250	28	70	3,29%	11,65%	45	59	5,28%	9,82%
	375	22	22	3,03%	6,27%	29	24	3,99%	6,84%
	500	15	11	2,50%	10,89%	25	10	4,16%	9,90%
ADHI	250	39	86	4,58%	14,31%	45	52	5,29%	8,65%
	375	20	22	2,75%	6,27%	36	18	4,96%	5,13%
	500	20	9	3,33%	8,91%	32	5	5,32%	4,95%
PTPP	250	38	80	4,46%	13,31%	56	63	6,57%	10,48%
	375	38	37	5,23%	10,54%	50	31	6,88%	8,83%
	500	37	12	6,16%	11,88%	42	13	6,99%	12,87%

Tabel 4.31 merupakan hasil *expected shortfall* antara VaR dan CVaR dengan pendekatan ARMA-GARCH. Hal ini bertujuan untuk melihat pada setiap *window* di perusahaan lebih baik VaR

atau CVaR untuk melakukan manajemen risiko. Diketahui bahwa hasil perhitungan VaR antara risiko dan profit hampir sama karena VaR bersifat simetri, sedangkan untuk CVaR tidak memiliki sifat tersebut.

Pada periode *window* 250 hari diketahui bahwa model VaR dapat memodelkan dengan lebih akurat dibandingkan CVaR. Hal ini ditunjukkan nilai ES pada *window* 250 hari selalu lebih baik dibanding CVaR, selain itu VaR juga konsisten memberikan estimasi baik untuk risiko ataupun profit.

Periode *window* 375 hari menunjukkan bahwa model CVaR lebih baik dibandingkan VaR dalam mengestimasi risiko, meski tidak konsisten karena pada perusahaan PTPP nilai ES yang dihasilkan selisihnya lebih besar daripada selisih VaR pada kuantil 5%. Pada profit model VaR menjadi lebih baik dan konsisten jika dibandingkan dengan CVaR.

Periode *window* 500 juga menunjukkan bahwa model VaR lebih akurat dan konsisten daripada CVaR baik untuk mengestimasi risiko ataupun profit. Hal ini juga ditunjukkan akurasi model VaR dengan menggunakan ES lebih mendekati nilai kuantil 5% dibandingkan CVaR.

b. ARMAX-GARCHX

Pada pendekatan ARMAX-GARCHX ditunjukkan hasil *expected shortfall test* di Tabel 4.32 berikut

Tabel 4.32 Hasil *Expected Shortfall* Pendekatan ARMA-GARCH dengan Variabel Eksogen

Saham	Win- dow	Risiko		ES		Profit		ES	
		VaR	CVaR	VaR	CVaR	VaR	CVaR	VaR	CVaR
WIKA	250	26	57	3,06%	9,48%	35	50	4,11%	8,32%
	375	30	7	4,13%	1,99%	41	14	5,65%	3,99%
	500	10	5	1,66%	4,95%	17	6	2,83%	5,94%
WSKT	250	36	54	4,23%	8,99%	48	28	5,64%	4,66%
	375	24	15	3,31%	4,27%	43	12	5,92%	3,42%
	500	11	6	1,83%	5,94%	16	6	2,66%	5,94%

Tabel 4.32 Hasil *Expected Shortfall* Pendekatan ARMA-GARCH dengan Variabel Eksogen (Lanjutan)

Saham	Win-Dow	Risiko		ES		Profit		ES	
		VaR	CVaR	VaR	CVaR	VaR	CVaR	VaR	CVaR
ADHI	250	27	33	3,17%	5,49%	42	35	4,94%	5,82%
	375	22	6	3,03%	1,71%	37	17	5,10%	4,84%
	500	16	5	2,66%	4,95%	29	5	4,83%	4,95%
PTPP	250	42	51	4,94%	8,49%	51	48	5,99%	7,99%
	375	20	13	2,75%	3,70%	31	16	4,27%	4,56%
	500	27	5	4,49%	4,95%	21	4	3,49%	3,96%

Tabel 4.32 merupakan hasil *expected shortfall* antara VaR dan CVaR dengan pendekatan ARMAX-GARCHX. Hal ini bertujuan untuk melihat pada setiap *window* di perusahaan, lebih baik VaR atau CVaR untuk melakukan manajemen risiko.

Periode *window* 250 hari menunjukkan bahwa model VaR lebih baik dibandingkan CVaR dalam mengestimasi risiko, meski tidak konsisten karena pada perusahaan ADHI nilai ES yang dihasilkan selisihnya lebih besar daripada selisih CVaR pada kuantil 5%. Pada estimasi profit model VaR masih lebih baik dan juga tidak konsisten dibandingkan dengan CVaR. Hasil ES pada perhitungan VaR lebih buruk dibandingkan CVaR pada perusahaan WSKT dengan nilai ES sebesar 5,64% sedangkan CVaR sebesar 4,66%.

Pada periode *window* 375 hari untuk mengestimasi risiko diketahui bahwa model CVaR dan VaR memiliki kebaikan yang sama. Kebaikan perhitungan VaR lebih baik pada perusahaan WIKA dan ADHI dengan nilai ES sebesar 4,13% dan 3,03%, sedangkan CVaR pada WSKT dan PTPP dengan nilai ES sebesar 4,27% dan 3,7%. Jika dilihat dari nilai ES diantara VaR dan CVaR selisih CVaR lebih baik karena lebih mendekati dengan kuantil 5%. Pada model untuk mengestimasi profit diketahui VaR lebih baik dibandingkan CVaR, meski tidak konsisten pada semua perusahaan lebih baik daripada CVaR.

Periode *window* 500 menunjukkan bahwa model CVaR lebih akurat dan konsisten daripada VaR baik untuk mengestimasi risiko ataupun profit. Hal ini ditunjukkan pada akurasi model CVaR dengan menggunakan ES lebih mendekati nilai kuantil 5% dibandingkan VaR.

4.4.2 *Duration Test*

Model VaR atau CVAR seharusnya memiliki sifat *memory less* antara durasi risiko satu dengan lainnya, karena apabila terjadinya risiko ke- t dipengaruhi risiko ke- $t-1$ dalam suatu model maka akan timbul sebuah permasalahan. Model yang memiliki nilai ES yang mendekati nilai kuantilnya belum tentu memiliki sifat *memory less* diantara durasi risiko yang terjadi ke- t dengan risiko yang terjadi ke- $t-1$, maka dari itu dilakukan *duration test* pada setiap model VaR dan CVaR baik untuk mengestimasi risiko ataupun profit.

1. ARMA-GARCH

Duration test akan diuji pada model VaR dan CVaR dengan menggunakan pendekatan ARMA-GARCH pada setiap *window* yang digunakan dalam penelitian ini, berikut adalah hasilnya.

a. VaR Risiko

Pada model VaR dengan pendekatan ARMA-GARCH ini didapatkan hasil *duration test* yang disajikan pada Tabel 4.33.

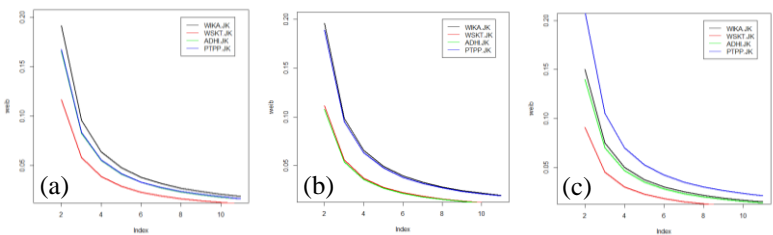
Tabel 4.33 VaR *Duration Test* untuk Risiko dengan Pendekatan ARMA-GARCH

Perusahaan	Window	Likelihood Ratio	P-Value	Keputusan
WIKA	250	-167,8065	0,2896	Gagal Tolak H_0
	375	-132,1917	0,0177	Tolak H_0
	500	-101,1804	0,6352	Gagal Tolak H_0
WSKT	250	-120,1630	0,9432	Gagal Tolak H_0
	375	-95,1159	0,4481	Gagal Tolak H_0
	500	-66,2050	0,3546	Gagal Tolak H_0
ADHI	250	-156,1077	0,8141	Gagal Tolak H_0
	375	-86,9749	0,1147	Gagal Tolak H_0
	500	-82,7486	0,0525	Gagal Tolak H_0

Tabel 4.3334 VaR *Duration Test* untuk Risiko dengan Pendekatan ARMA-GARCH (Lanjutan)

Perusahaan	Window	Likelihood Ratio	P-Value	Keputusan
PTPP	250	-152,6384	0,3865	Gagal Tolak H_0
	375	-147,0910	0,7659	Gagal Tolak H_0
	500	-136,8874	0,3399	Gagal Tolak H_0

Berdasarkan Tabel 4.33 diketahui bahwa untuk perusahaan WSKT, ADHI dan PTPP mendapatkan hasil Gagal Tolak H_0 yang artinya durasi antar kejadian ($\text{return aktual} < \widehat{\text{VaR}}$) memiliki sifat *memory less* atau tidak ada pengaruh terjadinya risiko saat ke- t dengan risiko sebelumnya. Lain halnya dengan perusahaan WIKA pada *window* periode 250 dan 500 hari didapatkan keputusan yang sama, akan tetapi pada *window* periode 375 hari, diketahui bahwa VaR pada periode tersebut tidak memiliki sifat *memory less*, sehingga hal ini mengindikasikan adanya sebuah efek ketika risiko saat ke t terjadi dipengaruhi risiko sebelumnya. Berdasarkan *duration test* didapatkan parameter a dan b pada *weibull* sesuai pada persamaan 2.45 yang digambarkan untuk mengetahui rata-rata durasi terjadinya risiko pada setiap perusahaan di setiap *window*. Hasil plot dapat dilihat pada Gambar 4.25.



Gambar 4.25 Plot Weibull VaR untuk Risiko dengan Pendekatan ARMA-GARCH Window (a) 250, (b) 375 dan (c) 500

Berdasarkan Gambar 4.25 diketahui bahwa hasil dari plot weibull pada *window* periode 250 antara perusahaan WIKA dan PTPP memiliki kesamaan pada parameter a dan b , kemudian hal

itu terjadi lagi pada *window* periode 375 pada perusahaan WIKA dan PTPP, lalu ADHI dan WSKT. Pada *window* periode 500 perusahaan WIKA dan ADHI juga memiliki kesamaan perbedaan. Untuk melihat rata-rata terjadinya risiko berdasarkan durasi maka dapat dilakukan estimasi terhadap durasi pada distribusi weibull dengan parameter yang sudah didapatkan sebelumnya. Hasil perhitungan $E(D)$ disajikan pada Tabel 4.34 berikut

Tabel 4.35 Perhitungan $E(D)$ pada VaR untuk Risiko dengan Pendekatan ARMA-GARCH

Perusahaan	Window	b	a	$E(D)$
WIKI	250	0,8860	0,0523	20,29467
	375	0,7405	0,0536	22,45122
	500	0,9256	0,0410	25,28512
WSKT	250	0,9893	0,0318	31,59186
	375	0,8827	0,0304	34,98915
	500	0,8216	0,0247	45,0292
ADHI	250	0,9721	0,0452	22,3999
	375	0,7664	0,0294	39,79883
	500	0,7376	0,0382	31,60753
PTPP	250	0,9015	0,0457	23,0028
	375	0,9637	0,0517	19,66178
	500	1,1299	0,0574	16,66771

Berdasarkan Tabel 4.34 diketahui bahwa periode *window* tidak mempengaruhi rata-rata durasi terjadinya risiko. Pemilihan rata-rata durasi pada risiko dipilih yang paling besar. Hal ini dikarenakan semakin besar nilainya maka akan semakin jarang terjadi risiko pada saham tersebut. Pada perusahaan WIKI rata-rata terjadinya risiko yang terbaik adalah setiap 25,28 hari pada *window* 500, kemudian untuk WSKT *window* terbaik adalah pada 500 periode juga dengan rata-rata terjadinya risiko adalah 45.03 hari, lalu perusahaan ADHI menunjukkan *window* terbaik adalah 375 periode dengan rata-rata durasi terjadinya risiko adalah setiap 39,80 hari dan untuk PTPP memiliki rata-rata durasi risiko yaitu pada *window* 250 dengan nilai 23 hari setiap terjadinya risiko.

Apabila dilihat berdasarkan rata-rata durasi terbesar atau terlama adalah pada *window* 500 pada perusahaan WSKT yaitu 45,03 hari

b. VaR Profit

Pada model VaR dengan pendekatan ARMA-GARCH untuk mengestimasi profit didapatkan hasil *duration test* disajikan pada Tabel 4.35.

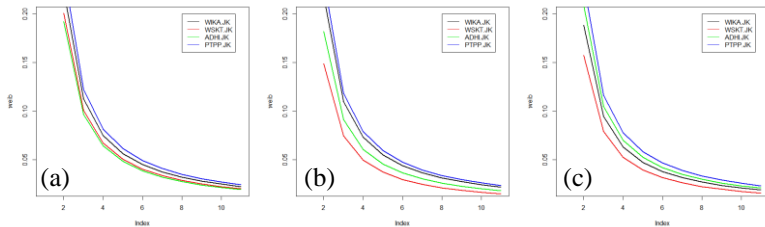
Tabel 4.36 VaR *Duration Test* untuk Profit dengan Pendekatan ARMA-GARCH

Perusahaan	Window	Likelihood Ratio	P-Value	Keputusan
WIKA	250	-191,2843	0,3509	Gagal Tolak H_0
	375	-167,3201	0,8138	Gagal Tolak H_0
	500	-125,6111	0,4881	Gagal Tolak H_0
WSKT	250	-173,6273	0,2333	Gagal Tolak H_0
	375	-118,7550	0,3743	Gagal Tolak H_0
	500	-100,7268	0,3049	Gagal Tolak H_0
ADHI	250	-174,2736	0,7201	Gagal Tolak H_0
	375	-140,9446	0,5458	Gagal Tolak H_0
	500	-121,8093	0,1392	Gagal Tolak H_0
PTPP	250	-205,3888	0,4704	Gagal Tolak H_0
	375	-180,4631	0,2626	Gagal Tolak H_0
	500	-149,2580	0,0559	Gagal Tolak H_0

Berdasarkan Tabel 4.35 diketahui bahwa untuk semua perusahaan dalam penelitian ini telah mendapatkan hasil Gagal Tolak H_0 yang artinya durasi antar kejadian ($\text{return aktual} > \widehat{VaR}$) memiliki sifat *memory less* atau tidak ada pengaruh antara terjadinya profit saat ke- t dengan profit sebelumnya. Berdasarkan *duration test* didapatkan parameter a dan b yang digambarkan untuk mengetahui rata-rata durasi terjadinya risiko pada setiap perusahaan di setiap *window*. Hasil plot dapat dilihat pada Gambar 4.26.

Berdasarkan Gambar 4.26 diketahui bahwa hasil dari plot weibull pada *window* periode 250 antara semua perusahaan memiliki kesamaan pada parameter a dan b , kemudian pada

window periode 375 dan 500 menunjukkan pola yang hampir sama, akan tetapi jarak antar plot lebih lebar. Untuk melihat rata-rata terjadinya risiko berdasarkan durasi maka dapat dilakukan estimasi terhadap durasi pada distribusi weibull dengan parameter yang sudah didapatkan sebelumnya.



Gambar 4.26 Plot Weibull VaR untuk Profit dengan Pendekatan ARMA-GARCH Window (a) 250, (b) 375 dan (c) 500

Hasil perhitungan $E(D)$ untuk VaR profit dengan menggunakan ARMA-GARCH disajikan pada Tabel 4.36.

Tabel 4.37 Perhitungan $E(D)$ pada VaR untuk Profit dengan Pendekatan ARMA-GARCH

Perusahaan	Window	b	a	$E(D)$
WIKA	250	1,0113	0,03979	17,0602
	375	0,9123	0,05748	16,4926
	500	1,1056	0,05165	18,6504
WSKT	250	0,8758	0,05900	19,5010
	375	0,8509	0,06242	26,1867
	500	0,8558	0,04303	25,1792
ADHI	250	0,8972	0,0506	19,3378
	375	0,8926	0,0522	20,8119
	500	0,8239	1,2706	19,4198
PTPP	250	0,9291	0,0610	15,4475
	375	0,7267	0,0509	14,7541
	500	1,2707	0,0637	14,5674

Berdasarkan Tabel 4.36 diketahui bahwa periode *window* tidak mempengaruhi rata-rata durasi terjadinya profit. Berbeda dengan risiko, pemilihan rata-rata durasi pada profit dipilih yang paling kecil. Pada perusahaan WIKA rata-rata terjadinya profit yang

terbaik adalah setiap 16,49 hari pada *window* 375, kemudian perusahaan WSKT menunjukkan *window* terbaik adalah 250 periode dengan rata-rata durasi terjadinya profit adalah setiap 39,80 hari, selanjutnya untuk ADHI *window* terbaik adalah juga pada 250 periode, dimana rata-rata terjadinya risiko adalah 19,34 hari, dan untuk PTPP memiliki rata-rata durasi risiko yaitu pada *window* 500 dengan rata-rata terjadinya profit sebesar 14,57 hari. Apabila dilihat berdasarkan rata-rata durasi terkecil atau tercepat adalah pada *window* 500 di perusahaan PTPP yaitu 14,57 hari saja.

c. CVAR Risiko

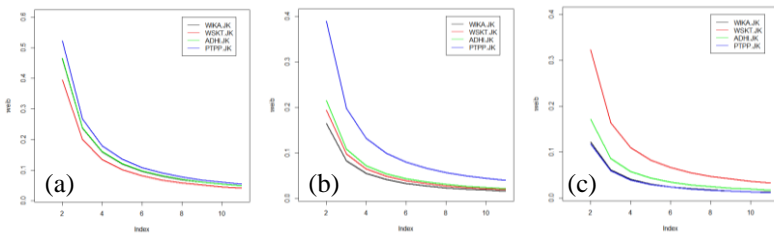
Pada model CVaR dengan pendekatan ARMA-GARCH untuk mengestimasi risiko ini didapatkan hasil *duration test* yang disajikan pada Tabel 4.37.

Tabel 4.38 CVaR *Duration Test* untuk Risiko dengan Pendekatan ARMA-GARCH

Perusahaan	Window	Likelihood Ratio	P-Value	Keputusan
WIKA	250	-125,7458	0,7461	Gagal Tolak H_0
	375	-41,5771	0,3741	Gagal Tolak H_0
	500	-1,0000	1,0000	Gagal Tolak H_0
WSKT	250	-107,4251	0,4997	Gagal Tolak H_0
	375	-64,4823	0,1729	Gagal Tolak H_0
	500	-24,8269	0,1903	Gagal Tolak H_0
ADHI	250	-90,9647	0,3319	Gagal Tolak H_0
	375	-68,4412	0,8145	Gagal Tolak H_0
	500	-7,7159	0,0391	Tolak H_0
PTPP	250	-92,7127	0,0427	Tolak H_0
	375	-38,0605	0,5374	Gagal Tolak H_0
	500	-6,7946	0,0135	Tolak H_0

Berdasarkan Tabel 4.37 diketahui bahwa untuk perusahaan WIKA dan WSKT mendapatkan hasil Gagal Tolak H_0 untuk semua *window* yang artinya durasi antar kejadian ($\text{return aktual} < \widehat{\text{VaR}}$) memiliki sifat *memory less* atau tidak ada pengaruh terjadinya risiko saat ke t dengan risiko sebelumnya. Lain halnya

dengan perusahaan ADHI pada *window* periode 500 hari dan PTPP pada *window* 250 dan 500 periode didapatkan keputusan tolak H_0 artinya VaR pada periode tersebut tidak memiliki sifat *memory less*, sehingga hal ini mengindikasikan adanya sebuah efek ketika risiko saat ke t terjadi dipengaruhi risiko sebelumnya. Selain *window* yang telah disebutkan pada perusahaan ADHI dan PTPP memiliki karakteristik *memory loss*. Berdasarkan *duration test* didapatkan parameter a dan b pada *weibull* sesuai pada persamaan 2.45 yang digambarkan untuk mengetahui rata-rata durasi terjadinya risiko pada setiap perusahaan di setiap *window*. Hasil plot dapat dilihat pada Gambar 4.27.



Gambar 4.27 Plot Weibull CVaR untuk Risiko dengan Pendekatan ARMA-GARCH Window (a) 250, (b) 375 dan (c) 500

Berdasarkan Gambar 4.27 diketahui bahwa hasil dari plot weibull pada *window* periode 250 antara semua perusahaan memiliki pola yang sama akan tetapi nilai PTPP lebih tinggi dikarenakan memiliki nilai a tertinggi, kemudian pada *window* periode 375 dan 500 menunjukkan pola yang hampir sama, akan tetapi tidak untuk periode 375 hari, sedangkan periode 500 hari pada WSKT. Untuk melihat rata-rata terjadinya risiko berdasarkan durasi maka dilakukan estimasi terhadap durasi pada distribusi weibull dengan parameter yang sudah didapatkan sebelumnya. Hasil perhitungan $E(D)$ pada Tabel 4.38 berikut

Tabel 4.39 Perhitungan ($E(D)$) pada CVaR untuk Risiko dengan Pendekatan ARMA-GARCH

Perusahaan	Window	b	a	$E(D)$
WIKA	250	0,9554	0,1310	7,7889
	375	1,2741	0,0450	20,6042
	500	2,0000	0,0333	26,6369
WSKT	250	1,1104	0,1109	8,6777
	375	1,3329	0,0531	17,3142
	500	1,5500	0,0904	9,9520
ADHI	250	1,1888	0,1328	7,1009
	375	1,0461	0,0589	16,6669
	500	4,0961	0,0473	19,1908
PTPP	250	0,7258	0,1475	8,2994
	375	0,8373	0,1086	10,1180
	500	6,4091	0,0323	28,8230

Berdasarkan Tabel 4.38 diketahui nilai b pada WIKA dengan periode *window* 500 periode adalah 2, sedangkan berdasarkan Tabel 4.37 didapatkan keputusan Gagal Tolak H_0 padahal hipotesis nol yang digunakan adalah durasi diantara risiko bersifat *memory less* dengan parameter $b = 1$ pada weibull sama dengan berdistribusi eksponen. Hal ini menunjukkan adanya salah perhitungan pada *package* yang digunakan dalam *software*, maka lebih baik dianggap tolak H_0 karena nilai b jauh dari nilai harapannya yaitu 1, sehingga meski dilai durasi rata-rata terjadinya risiko tertinggi pada *window* 500 hari maka tidak dapat dipilih menjadi *window* terbaik pada WIKA. Begitupula dengan ADHI dan PTPP yang mendapatkan hasil sama, yaitu tolak H_0 pada *window* 500 periode. Durasi rata-rata terjadinya risiko terbaik menjadi durasi rata-rata risiko yang terbesar kedua, karena sifat durasi yang baik adalah *memory less*. Durasi rata-rata terjadinya risiko terbaik untuk perusahaan WIKA, ADHI dan PTPP adalah pada *window* 375 hari dengan nilai berturut-turut 20,6 hari, 16,67 hari dan 10,11 hari. Kemudian untuk perusahaan WSKT durasi rata-rata terjadinya risiko yang terbaik pada

window 375 hari dengan nilai 17,31 hari, yang artinya durasi antara terjadinya risiko rata-rata selama 17,31 hari.

d. CVaR Profit

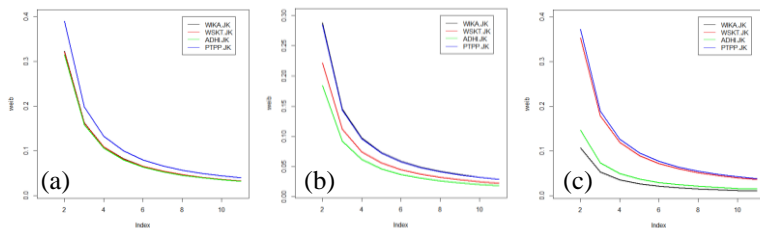
Pada model CVaR dengan pendekatan ARMA-GARCH untuk mengestimasi profit ini didapatkan hasil *duration test* yang disajikan pada Tabel 4.39.

Tabel 4.40 CVaR *Duration Test* untuk Profit dengan Pendekatan ARMA-GARCH

Perusahaan	Window	Likelihood Ratio	P-Value	Keputusan
WIKA	250	-100,9094	0,3811	Gagal Tolak H_0
	375	-74,0589	0,4017	Gagal Tolak H_0
	500	-2,7406	0,0165	Tolak H_0
WSKT	250	-110,0532	0,2297	Gagal Tolak H_0
	375	-76,5353	0,2159	Gagal Tolak H_0
	500	-22,6830	0,5298	Gagal Tolak H_0
ADHI	250	-94,6841	0,6855	Gagal Tolak H_0
	375	-74,1751	0,4926	Gagal Tolak H_0
	500	-2,9600	0,0212	Tolak H_0
PTPP	250	-97,6983	0,4007	Gagal Tolak H_0
	375	0,3967	0,0788	Gagal Tolak H_0
	500	-16,4740	0,3475	Gagal Tolak H_0

Berdasarkan Tabel 4.39 diketahui bahwa untuk perusahaan WSKT dan PTPP mendapatkan hasil Gagal Tolak H_0 untuk semua *window* yang artinya durasi antar kejadian ($\text{return aktual} > \widehat{CVaR}$) memiliki sifat *memory less* atau tidak ada pengaruh terjadinya profit saat ke- t dengan profit sebelumnya. Lain halnya dengan perusahaan WIKA dan ADHI pada *window* periode 500 hari didapatkan keputusan tolak H_0 artinya CVaR pada periode tersebut tidak memiliki sifat *memory less*, sehingga hal ini mengindikasikan adanya sebuah efek ketika profit saat ke- t terjadi dipengaruhi profit sebelumnya. Selain *window* yang telah disebutkan pada perusahaan WIKA dan ADHI memiliki karakteristik *memory less*. Berdasarkan *duration test* didapatkan parameter a dan b pada *weibull* sesuai pada persamaan 2.45 yang

digambarkan untuk mengetahui rata-rata durasi terjadinya risiko pada setiap perusahaan di setiap *window*. Hasil plot dapat dilihat pada Gambar 4.28.



Gambar 4.28 Plot Weibull CVaR untuk Profit dengan Pendekatan ARMA-GARCH Window (a) 250, (b) 375 dan (c) 500

Berdasarkan Gambar 4.28 diketahui bahwa hasil dari plot weibull pada *window* periode 250 antara perusahaan WSKT dan ADHI memiliki kesamaan nilai, kemudian WKA dan PTPP juga memiliki karakteristik sama. Pada *window* periode 375 juga terjadi himpitan antara WKA dan PTPP, sedangkan yang lain hanya berdekatan. Terakhir pada *window* 500 hari menunjukkan pola yang hampir sama dengan 375, akan tetapi WSKT dan PTPP yang plotnya berhimpitan. Untuk melihat rata-rata terjadinya profit berdasarkan durasi maka dapat dilakukan estimasi terhadap durasi pada distribusi weibull dengan parameter yang sudah didapatkan sebelumnya. Hasil perhitungan $E(D)$ disajikan pada Tabel 4.40 berikut

Tabel 4.41 Perhitungan $E(D)$ pada CVaR untuk Profit dengan Pendekatan ARMA-GARCH

Perusahaan	Window	b	a	$E(D)$
WKA	250	1,1562	0,0897	10,5945
	375	1,1708	0,0798	11,8678
	500	10,0000	0,0293	32,4550
WSKT	250	1,2043	0,0893	10,5247
	375	1,2641	0,0610	15,2215
	500	0,8324	0,0980	11,2505

Tabel 4.40 Perhitungan $E(D)$ pada CVaR untuk Profit dengan Pendekatan ARMA-GARCH (Lanjutan)

Perusahaan	Window	b	a	$E(D)$
ADHI	250	0,9374	0,0871	11,8297
	375	0,8913	0,0503	21,0275
	500	10,0000	0,0407	23,3903
PTPP	250	0,7257	0,1475	9,8224
	375	1,1872	0,7765	8,2994
	500	1,4547	0,1050	8,6346

Berdasarkan Tabel 4.40 diketahui bahwa periode *window* tidak mempengaruhi rata-rata durasi terjadinya profit, hal ini karena tidak ada periode *window* tertentu yang menunjukkan rata-rata terjadinya keuntungan tercepat untuk setiap perusahaan sub sektor konstruksi dan bangunan. Diketahui pada perusahaan WIKA rata-rata terjadinya profit yang terbaik adalah setiap 10,59 hari pada *window* 250, kemudian perusahaan WSKT menunjukkan *window* terbaik adalah 250 periode dengan rata-rata durasi terjadinya profit adalah setiap 10,52 hari, selanjutnya untuk ADHI *window* terbaik adalah juga pada 250 periode, dimana rata-rata terjadinya profit adalah 11,30 hari, dan untuk PTPP memiliki rata-rata durasi profit yaitu pada *window* 375 dengan rata-rata terjadinya profit sebesar 8,3 hari. Apabila dilihat berdasarkan rata-rata durasi terkecil adalah pada *window* 375 di perusahaan PTPP yaitu 8,3 hari.

2. ARMAX-GARCHX

Duration test akan diuji pada model VaR dan CVaR dengan menggunakan pendekatan ARMAX-GARCHX pada setiap *window* yang digunakan dalam penelitian ini, berikut adalah hasilnya.

a. VaR Risiko

Pada model VaR dengan pendekatan ARMAX-GARCHX untuk mengestimasi risiko didapatkan hasil *duration test* yang disajikan pada Tabel 4.41.

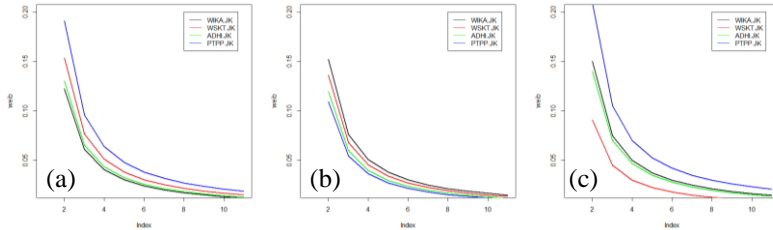
Tabel 4.42 VaR *Duration Test* untuk Risiko dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX

Perusahaan	Window	Likelihood Ratio	P-Value	Keputusan
WIKA	250	-111,7020	0,0847	Gagal Tolak H_0
	375	-122,1465	0,4876	Gagal Tolak H_0
	500	-101,1804	0,6352	Gagal Tolak H_0
WSKT	250	-146,6272	0,7290	Gagal Tolak H_0
	375	-100,2478	0,0381	Tolak H_0
	500	-66,20498	0,3546	Gagal Tolak H_0
ADHI	250	-114,5071	0,0364	Tolak H_0
	375	-94,12325	0,1096	Gagal Tolak H_0
	500	-82,74863	0,0525	Gagal Tolak H_0
PTPP	250	-164,3136	0,1506	Gagal Tolak H_0
	375	-86,84245	0,0971	Gagal Tolak H_0
	500	-136,8874	0,3399	Gagal Tolak H_0

Berdasarkan Tabel 4.41 diketahui bahwa untuk perusahaan WIKA dan PTPP mendapatkan hasil Gagal Tolak H_0 untuk semua *window* yang artinya durasi antar kejadian ($\text{return aktual} < \widehat{CVaR}$) me-miliki sifat *memory less* atau tidak ada pengaruh terjadinya risiko saat ke- t dengan risiko sebelumnya. Lain halnya dengan perusahaan WSKT dan ADHI pada *window* periode 375 hari untuk WSKT dan 250 untuk ADHI didapatkan keputusan tolak H_0 artinya CVaR pada periode tersebut tidak memiliki sifat *memory less*, sehingga hal ini mengindikasikan adanya sebuah efek ketika risiko saat ke- t terjadi dipengaruhi risiko sebelumnya. Selain *window* yang telah disebutkan pada perusahaan WSKT dan ADHI memiliki karakteristik *memory loss*. Berdasarkan *duration test* didapatkan parameter a dan b pada *weibull* sesuai pada persamaan 2.45 yang digambarkan untuk mengetahui rata-rata durasi terjadinya risiko pada setiap perusahaan di setiap *window*. Hasil plot dapat dilihat pada Gambar 4.29.

Berdasarkan Gambar 4.29 diketahui bahwa hasil dari plot *weibull* pada *window* periode 250 antara semua perusahaan memiliki karakteristik yang hampir sama. Pada *window* periode 375 juga menunjukkan pola yang sama dengan periode *window*

250. Terakhir pada *window* 500 hari menunjukkan pola yang berhimpitan antara WIKA dan ADHI, sedangkan yang lain tidak. Untuk melihat rata-rata terjadinya risiko berdasarkan durasi maka dapat dilakukan estimasi terhadap durasi pada distribusi weibull dengan parameter yang sudah didapatkan sebelumnya.



Gambar 4.29 Plot Weibull VaR untuk Risiko dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX *Window* (a) 250, (b) 375 dan (c) 500

Hasil perhitungan $E(D)$ untuk VaR risiko dengan pendekatan ARMAX-GACHX disajikan pada Tabel 4.42 berikut.

Tabel 4.43 Perhitungan $E(D)$ pada VaR untuk Risiko dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX

Perusahaan	Window	b	a	$E(D)$
WIKA	250	0,7717	0,0333	34,9023
	375	0,9050	0,0415	25,2808
	500	0,9256	0,0410	25,3090
WSKT	250	0,9546	0,0418	24,3929
	375	0,7371	0,0371	32,5174
	500	0,8216	0,0247	45,0100
ADHI	250	0,7410	0,0354	33,9055
	375	0,7824	0,0326	35,3357
	500	0,7376	0,0382	31,6176
PTPP	250	0,8508	0,0523	20,7978
	375	0,7579	0,0298	39,5786
	500	1,1299	0,0574	16,6534

Berdasarkan Tabel 4.42 diketahui bahwa periode *window* tidak mempengaruhi rata-rata durasi terjadinya risiko. Pemilihan rata-rata durasi pada risiko dipilih yang paling besar. Pada perusahaan WIKA rata-rata terjadinya risiko yang terbaik adalah setiap 34,90

hari pada *window* 250, kemudian perusahaan WSKT menunjukkan *window* terbaik adalah 500 periode dengan rata-rata durasi terjadinya risiko adalah setiap 45 hari, selanjutnya untuk ADHI *window* terbaik adalah juga pada 250 periode, dimana rata-rata terjadinya profit adalah 35,33 hari, dan untuk PTPP memiliki rata-rata durasi risiko yaitu pada *window* 375 dengan rata-rata terjadinya profit sebesar 39,58 hari. Apabila dilihat berdasarkan rata-rata durasi terbesar atau terlama adalah pada *window* 500 di perusahaan WSKT yaitu 45 hari saja setiap terjadinya risiko.

b. VaR Profit

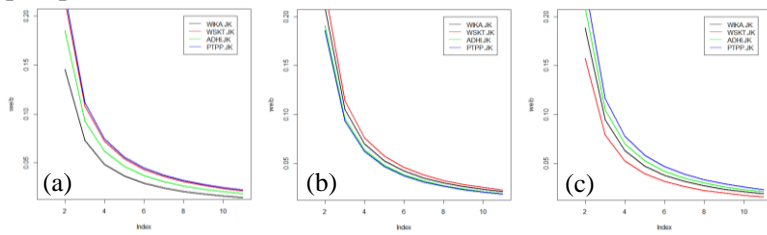
Pada model VaR dengan pendekatan ARMAX-GARCHX untuk mengestimasi profit ini didapatkan hasil *duration test* yang disajikan pada Tabel 4.43.

Tabel 4.44 VaR *Duration Test* untuk Profit dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX

Perusahaan	Window	Likelihood Ratio	P-Value	Keputusan
WIKA	250	-143,4783	0,9336	Gagal Tolak H_0
	375	-155,6273	0,4240	Gagal Tolak H_0
	500	-125,6111	0,4881	Gagal Tolak H_0
WSKT	250	-182,3359	0,2092	Gagal Tolak H_0
	375	-160,7079	0,1600	Gagal Tolak H_0
	500	-100,7268	0,3049	Gagal Tolak H_0
ADHI	250	-164,9154	0,3532	Gagal Tolak H_0
	375	-143,7195	0,3562	Gagal Tolak H_0
	500	-121,8093	0,1392	Gagal Tolak H_0
PTPP	250	-191,4410	0,4555	Gagal Tolak H_0
	375	-122,3142	0,0105	Tolak H_0
	500	-149,2580	0,0559	Gagal Tolak H_0

Tabel 4.43 merupakan hasil uji *VaR duration test* untuk masing-masing perusahaan sub sektor konstruksi dan bangunan. Tabel 4.43 menunjukkan bahwa untuk perusahaan WIKA, WSKT dan ADHI mendapatkan hasil Gagal Tolak H_0 untuk semua

window yang artinya durasi antar kejadian ($\text{return aktual} > \widehat{CVaR}$) memiliki sifat *memory less* atau tidak ada pengaruh terjadinya profit saat ke- t dengan profit sebelumnya. Lain halnya dengan perusahaan PTPP pada *window* periode 375 hari keputusan tolak H_0 artinya CVaR pada periode tersebut tidak memiliki sifat *memory less*, sehingga hal ini mengindikasikan adanya sebuah efek ketika profit saat ke- t terjadi dipengaruhi profit sebelumnya. Selain *window* yang telah disebutkan pada perusahaan PTPP memiliki karakteristik *memory less*. Berdasarkan *duration test* didapatkan parameter a dan b pada *weibull* sesuai pada persamaan 2.45 yang digambarkan untuk mengetahui rata-rata durasi terjadinya risiko pada setiap perusahaan di setiap *window*. Hasil plot pada Gambar 4.30.



Gambar 4.30 Plot Weibull VaR untuk Profit dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX Window (a) 250, (b) 375 dan (c) 500

Berdasarkan Gambar 4.30 diketahui bahwa hasil dari plot weibull pada *window* periode 250 dan 500 antara semua perusahaan memiliki karakteristik yang hampir sama. Terakhir pada *window* 375 hari menunjukkan pola yang lebih berhimpitan antara ADHI dan PTPP, sedangkan yang lain tidak. Untuk melihat rata-rata terjadinya profit berdasarkan durasi maka dapat dilakukan estimasi terhadap durasi pada distribusi weibull dengan parameter yang sudah didapatkan sebelumnya. Hasil perhitungan $E(D)$ disajikan pada Tabel 4.44 berikut.

Tabel 4.45 Perhitungan $E(D)$ pada VaR untuk Profit dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX

Perusahaan	Window	b	a	$E(D)$
WIKA	250	1,0114	0,0398	25,0125
	375	0,9123	0,0575	18,1716
	500	1,1056	0,0516	18,6504
WSKT	250	0,8758	0,0590	18,1095
	375	0,8509	0,0624	17,4179
	500	0,8558	0,0430	25,1791
ADHI	250	0,8972	0,0506	20,8294
	375	0,8926	0,0522	20,2230
	500	0,8239	0,0571	19,4200
PTPP	250	0,9291	0,0610	16,9691
	375	0,7267	0,0509	24,0476
	500	1,2706	0,0637	14,5673

Berdasarkan Tabel 4.44 diketahui bahwa periode *window* tidak mempengaruhi rata-rata durasi terjadinya profit. Berbeda dengan risiko, pemilihan rata-rata durasi pada profit dipilih yang paling kecil. Pada perusahaan WIKA rata-rata terjadinya profit yang terbaik adalah setiap 18,17 hari pada *window* 375, kemudian perusahaan WSKT menunjukkan *window* terbaik adalah 250 periode dengan rata-rata durasi terjadinya profit adalah setiap 18,10 hari, selanjutnya untuk ADHI *window* terbaik adalah juga pada 500 periode, dimana rata-rata terjadinya profit adalah 19,42 hari, dan untuk PTPP memiliki rata-rata durasi profit yaitu pada *window* 500 dengan rata-rata terjadinya profit sebesar 14,57 hari. Apabila dilihat berdasarkan rata-rata durasi terkecil atau tercepat adalah pada *window* 500 di perusahaan PTPP yaitu 14,57 hari saja.

c. CVaR Risiko

Pada model CVaR dengan pendekatan ARMAX-GARCHX untuk mengestimasi risiko ini didapatkan hasil *duration test* yang disajikan pada Tabel 4.45.

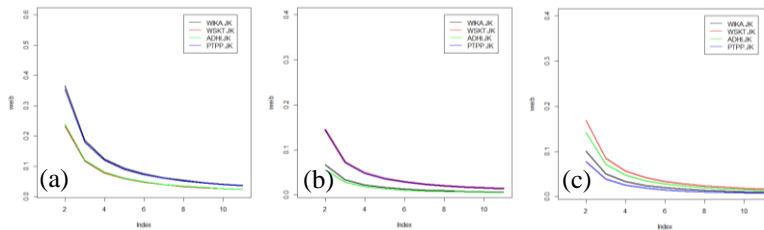
Tabel 4.46 CVaR *Duration Test* untuk Risiko dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX

Perusahaan	Window	Likelihood Ratio	P-Value	Keputusan
WIKA	250	-125,6116	0,4885	Gagal Tolak H_0
	375	-58,37907	0,2285	Gagal Tolak H_0
	500	-1,00000	1,0000	Gagal Tolak H_0
WSKT	250	-111,1475	0,0199	Tolak H_0
	375	-65,40533	0,9140	Gagal Tolak H_0
	500	-16,64626	0,4632	Gagal Tolak H_0
ADHI	250	-93,21374	0,0781	Gagal Tolak H_0
	375	-69,42015	0,0430	Tolak H_0
	500	-9,685793	0,5738	Gagal Tolak H_0
PTPP	250	-112,6997	0,1278	Gagal Tolak H_0
	375	-56,81069	0,0322	Tolak H_0
	500	-4,635088	0,1615	Gagal Tolak H_0

Berdasarkan Tabel 4.45 diketahui bahwa untuk perusahaan WIKA mendapatkan hasil Gagal Tolak H_0 untuk semua *window* yang artinya durasi antar kejadian ($\text{return aktual} < \widehat{CVaR}$) memiliki sifat *memory less* atau tidak ada pengaruh terjadinya risiko saat ke- t dengan risiko sebelumnya. Lain halnya dengan perusahaan lainnya, yaitu WSKT, ADHI dan PTPP pada *window* periode 250 hari untuk WSKT dan *window* 375 hari untuk perusahaan ADHI dan PTPP mendapatkan keputusan tolak H_0 artinya CVaR pada periode tersebut tidak memiliki sifat *memory less*. Selain *window* yang telah disebutkan pada perusahaan PTPP memiliki karakteristik *memory less*. Berdasarkan *duration test* didapatkan parameter a dan b pada *weibull* sesuai pada persamaan 2.45 yang digambarkan untuk mengetahui rata-rata durasi terjadinya risiko pada setiap perusahaan di setiap *window*. Hasil plot dapat dilihat pada Gambar 4.31.

Berdasarkan Gambar 4.31 diketahui bahwa hasil dari plot *weibull* pada *window* periode 250 dan 375 memiliki kesamaan, dimana untuk *window* 250 hari perusahaan WIKA dan PTPP memiliki kesamaan, kemudian WSKT dan ADHI juga memiliki

kesamaan dengan berhimpitannya plot keduanya. Pada *window* 375 perusahaan WSKT dan PTPP serta WIKA dan ADHI yang memiliki kesamaan dengan plotnya yang berhimpitan. Terakhir pada *window* 500 hari menunjukkan pola yang memiliki kesamaan dengan berdekatnya antara keempat plot perusahaan. Untuk melihat rata-rata terjadinya risiko berdasarkan durasi maka dapat dilakukan estimasi terhadap durasi pada distribusi weibull dengan parameter yang sudah didapatkan sebelumnya.



Gambar 4.31 Plot Weibull CVaR untuk Risiko dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX *Window* (a) 250, (b) 375 dan (c) 500

Hasil perhitungan $E(D)$ untuk CVaR risiko dengan pendekatan ARMAX-GARCHX disajikan pada Tabel 4.46 berikut.

Tabel 4.47 Perhitungan $E(D)$ pada CVaR untuk Risiko dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX

Perusahaan	Window	b	a	$E(D)$
WIKI	250	0,9104	0,1018	10,2714
	375	0,7864	0,0183	62,8116
	500	2,0000	0,0275	32,1769
WSKT	250	1,4700	0,0641	14,1073
	375	1,0220	0,0396	24,9984
	500	1,3521	0,0464	19,7667
ADHI	250	0,7589	0,0656	17,9813
	375	0,7158	0,0153	81,170*
	500	1,3990	0,0389	23,4050
PTPP	250	0,8019	0,0980	11,5300
	375	0,6755	0,0394	33,3121
	500	5,0873	0,0212	43,4262

Berdasarkan Tabel 4.46. Pada perusahaan WIKA diketahui durasi rata-rata terjadinya risiko terbaik adalah pada *window* 375 periode dengan nilai 62,811 hari, kemudian untuk perusahaan WSKT didapatkan durasi rata-rata terbaik terjadinya risiko pada *window* 374 dengan nilai 25 hari. Perusahaan ADHI memiliki durasi rata-rata terjadinya risiko terbaik pada *window* 375, akan tetapi diketahui bahwa pada *window* tersebut hasil estimasinya tidak *memory less*, maka diambil durasi rata-rata risiko yang terbesar kedua yaitu pada *window* 500 sebesar 23,40 hari. Perusahaan PTPP memiliki durasi rata-rata terjadinya risiko terbaik pada *window* 500 dengan durasi rata-rata terjadinya risiko setiap 43,42 hari.

d. CVaR Profit

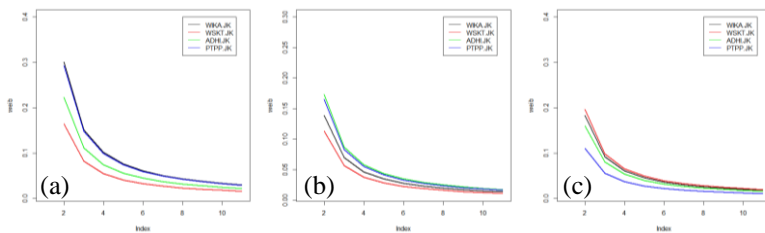
Pada model CVaR dengan pendekatan ARMAX-GARCHX untuk mengestimasi profit ini didapatkan hasil *duration test* yang disajikan pada Tabel 4.47.

Tabel 4.48 CVaR *Duration Test* untuk Profit dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX

Perusahaan	Window	Likelihood Ratio	P-Value	Keputusan
WIKA	250	-107,6294	0,8283	Gagal Tolak H_0
	375	-68,05757	0,3645	Gagal Tolak H_0
	500	-5,568195	0,7593	Gagal Tolak H_0
WSKT	250	-122,9028	0,9964	Gagal Tolak H_0
	375	-80,10061	0,7748	Gagal Tolak H_0
	500	-25,01529	0,2735	Gagal Tolak H_0
ADHI	250	-113,2013	0,2515	Gagal Tolak H_0
	375	-93,26581	0,3686	Gagal Tolak H_0
	500	-25,01529	0,2735	Gagal Tolak H_0
PTPP	250	-151,0148	0,7060	Gagal Tolak H_0
	375	-74,05309	0,3978	Gagal Tolak H_0
	500	-11,19959	0,0302	Tolak H_0

Berdasarkan Tabel 4.47 diketahui bahwa untuk perusahaan WIKA, WSKT dan ADHI mendapatkan hasil Gagal Tolak H_0 untuk semua *window* yang artinya durasi antar kejadian (return

aktual $> \widehat{CVaR}$) memiliki sifat *memory less* atau tidak ada pengaruh terjadinya profit saat ke- t dengan profit sebelumnya. Lain halnya dengan perusahaan PTPP pada *window* periode 500 hari didapatkan keputusan tolak H_0 artinya CVaR pada periode tersebut tidak memiliki sifat *memory less*, sehingga hal ini mengindikasikan adanya sebuah efek ketika profit saat ke- t terjadi dipengaruhi risiko sebelum-nya. Selain *window* yang telah disebutkan pada perusahaan PTPP memiliki karakteristik *memory less*. Berdasarkan *duration test* didapatkan parameter a dan b pada *weibull* sesuai pada persamaan 2.45 yang digambarkan untuk mengetahui rata-rata durasi terjadinya risiko pada setiap perusahaan di setiap *window*. Hasil plot dapat dilihat pada Gambar 4.32.



Gambar 4.32 Plot Weibull CVaR untuk Profit dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX Window (a) 250, (b) 375 dan (c) 500

Berdasarkan Gambar 4.32 diketahui bahwa hasil dari plot weibull pada semua *window* memiliki karakteristik yang hampir sama, yaitu memiliki kedekatan plot antara satu sama lain. Pada *window* 375 hari menunjukkan pola yang lebih berhimpitan antara WKA dan PTPP, sedangkan yang lain tidak, kemudian pada *window* 500 antara perusahaan WKA dan WSKT menunjukkan kedekatan dengan plot yang berhimpitan satu sama lain. Untuk melihat rata-rata terjadinya risiko berdasarkan durasi maka dapat dilakukan estimasi terhadap durasi pada distribusi

weibull dengan parameter yang sudah didapatkan sebelumnya. Hasil perhitungan $E(D)$ disajikan pada Tabel 4.48 berikut.

Tabel 4.49 Perhitungan $E(D)$ pada CVaR untuk Profit dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX

Perusahaan	Window	b	a	$E(D)$
WIKA	250	0,9672	0,0832	12,1913
	375	0,8493	0,0379	28,7157
	500	0,7921	0,0500	22,8279
WSKT	250	0,9994	0,0449	22,2578
	375	1,0471	0,0309	31,7550
	500	0,7535	0,0537	22,0843
ADHI	250	0,8627	0,0611	17,6331
	375	0,8814	0,0472	22,5480
	500	0,7535	0,0537	22,0843
PTPP	250	0,9581	0,0810	12,5903
	375	0,8745	0,0452	23,6783
	500	3,2757	0,0303	29,6090

Berdasarkan Tabel 4.48 diketahui bahwa periode *window* tidak mempengaruhi rata-rata durasi terjadinya profit. Berbeda dengan risiko, pemilihan rata-rata durasi pada profit dipilih yang paling kecil. Pada perusahaan WIKA rata-rata terjadinya profit yang terbaik adalah setiap 12,2 hari pada *window* 250, kemudian perusahaan WSKT menunjukkan *window* terbaik adalah 500 periode dengan rata-rata durasi terjadinya profit adalah setiap 22,10 hari, selanjutnya untuk ADHI *window* terbaik adalah juga pada 250 periode, dimana rata-rata terjadinya profit adalah 17,63 hari, dan untuk PTPP memiliki rata-rata durasi profit yaitu pada *window* 500 dengan rata-rata terjadinya profit sebesar 12,59 hari. Apabila dilihat berdasarkan rata-rata durasi terkecil atau tercepat adalah pada *window* 250 di perusahaan WIKA yaitu 12,19 hari.

Pada *duration test* yang telah dilakukan pada setiap perhitungan VaR dan CVaR didapatkan hasil hampir semua sudah memiliki sifat *memory less*. Hal ini bisa dikatakan sebagian besar model sudah akurat dan dapat digunakan untuk

mengestimasi risiko ataupun profit pada perusahaan sub sektor konstruksi dan bangunan. Berdasarkan perusahaan diketahui bahwa perusahaan WSKT memiliki nilai $E(D)$ cenderung lebih lama dibandingkan perusahaan lain, khususnya WIKA. Meski perusahaan WSKT lebih jarang terjadi risiko pada *return* sahamnya, akan tetapi setiap terjadi risiko pada perusahaan WSKT kerugian yang diderita lebih besar dibandingkan perusahaan lainnya, karena berdasarkan Tabel 4.1 diketahui bahwa nilai rata-rata *return* perusahaan WSKT paling besar. Semakin besarnya rata-rata *return* suatu perusahaan maka ketika mengalami kerugian akan mengalami kerugian yang besar, sebaliknya perusahaan WIKA yang memiliki rata-rata *return* saham perusahaan yang jauh lebih kecil dibandingkan WSKT akan mengalami kerugian lebih kecil dibanding WSKT meskipun durasi terjadinya risiko lebih pendek.

Durasi rata-rata terjadinya risiko dan profit menunjukkan *window* 500 hari lebih sering menunjukkan performa yang lebih baik pada pendekatan ARMA-GARCH, sedangkan untuk pendekatan ARMAX-GARCHX semua *window* berkontribusi hampir sama.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan pada BAB IV, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. WSKT, ADHI dan PTPP memiliki pola pergerakan harga saham yang sama, sedangkan WIKA cenderung meningkat sejak akhir tahun 2014. Nilai saham tertinggi dan terendah terjadi pada perusahaan ADHI yang berarti menunjukkan tingkat keuntungan dan kerugian tertinggi perusahaan ADHI lebih tinggi dari lainnya. *Return* saham pada hari senin cenderung menghasilkan rata-rata nilai yang paling kecil cenderung negatif, kecuali pada perusahaan WSKT yang menunjukkan tidak adanya *monday effect*. Pola pergerakan IHSG dan kurs IDR/USD cenderung mengalami kenaikan.
2. Dalam estimasi VaR dengan menggunakan pendekatan ARMA-GARCH diketahui jika berinvestasi sebesar Rp.1 Milyar,- perusahaan WIKA pada *windows* 250 hari memiliki rata-rata keuntungan sebesar Rp.45.000.000 dan juga bisa mengalami kerugian maksimum sebesar Rp.45.000.000,-, sedangkan CVaR memiliki kemungkinan 95% mengalami kerugian Rp.23.38.000,- dan keuntungan Rp.30.600.00,-. Tingkat risiko terkecil ada pada estimasi CVaR di perusahaan WSKT dan PTPP dengan periode *window* 500 hari. Dalam estimasi VaR dengan menggunakan pendekatan ARMAX-GARCHX perhitungan nilai VaR dan CVaR dengan kuantil 5% berdasarkan *window* didapatkan rata-rata terbesar pada perusahaan

WIKI baik untuk VaR maupun CVaR, dimana lebih baik metode CVaR pada *window* 500 hari didapatkan hasil kemungkinan 95% investor mendapatkan kerugian maksimum sebesar Rp.34.447.000,- dan keuntungan maksimum sebesar Rp.49.010.000,-. Pada model VaR dengan *window* 500 hari didapatkan hasil kemungkinan 95% investor mendapatkan kerugian maksimum sebesar Rp.46.400.000 dan keuntungan maksimum sebesar Rp.46.400.000,-.

3. Diantara kedua metode VaR dan CVaR dengan menggunakan pendekatan ARMA-GARCH, *expected shortfall test* menunjukkan metode VaR jauh lebih akurat dibandingkan dengan CVaR untuk estimasi risiko ataupun profit. Pada perhitungan VaR dan CVaR dengan pendekatan ARMAX-GARCHX, CVaR dan VaR sama-sama akurat di *window* tertentu. CVaR akurat di *window* 500 hari baik risiko ataupun profit, sedangkan VaR lebih akurat di *window* 250 hari. Pada *duration test* diketahui bahwa baik VaR dan CVaR dengan pendekatan ARMA-GARCH ataupun ARMAX-GARCHX didapatkan hasil yang sama-sama akurat.
4. Berdasarkan hasil perhitungan estimasi VaR dan CVaR pada setiap *window* menunjukkan keunggulan masing-masing *window*. Model VaR dan CVaR dengan pendekatan ARMAX-GARCHX *windows* 500 hari menunjukkan hasil keuntungan dan kerugian maksimum pada periode tersebut, tetapi dengan menggunakan pendekatan ARMA-GARCH *window* 250 hari yang memberikan hasil terbaik. Pada *expected shortfall* dan *duration test* didapatkan durasi rata-rata terjadinya risiko dan profit perusahaan WIKI menunjukkan bahwa lebih sering terjadi risiko

dibandingkan perusahaan lainnya. Risiko yang terjadi di perusahaan WIKA meskipun sering memiliki tingkat kerugian yang kecil, sebaliknya perusahaan WSKT memang risiko lebih jarang terjadi akan tetapi tingkat kerugiannya jauh lebih besar dibandingkan WIKA.

5.2 Saran

Pemodelan VaR menggunakan metode GARCH cenderung menghasilkan akurasi yang hampir sama dengan ARMA-GARCH, sehingga untuk data *return* saham lebih baik menggunakan GARCH karena model lebih mudah dan tidak kompleks. Variabel eksogen yang mempengaruhi return saham di Indonesia memiliki pengaruh pada hari yang sama, sehingga dalam penelitian selanjutnya lebih baik menggunakan variabel eksogen dengan *lag* yang sama dengan data *return*. Estimasi CVaR lebih baik menggunakan pendekatan ARMAX-GARCHX dimana variabel eksogen dimodelkan terlebih dahulu didalam model ARMAX-GARCHX karena menghasilkan nilai yang lebih akurat jika memodelkan variabel eksogen didalam CVaR. Metode *backtesting* dengan menggunakan *duration* lebih baik melakukan secara manual dikarenakan tidak dapat menghitung nilai parameter α .

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Apergis, N. & Rezitis, A. (2011). Food Price Volatility and Macroeconomic Faktors: Evidence from GARCH and GARCH-X Estimates. *Journal of Agricultural and Applied Economics*(43), 95-110.
- Ariany, F., Kuswanto, H. & Suhartono. (2012). Estimasi Value at Risk pada Portofolio Nilai Tukar Mata Uang dengan Pendekatan Copula. *Jurnal SAINS dan Seni ITS*, Vol.1, No.1 :D265-D270.
- Bloomberg. (Desember 2016). *news: article*. Retrieved Januari 18, 2017, from Bloomberg: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-12-28/who-s-had-the-worst-year-how-asian-leaders-fared-in-2016>
- Bollerslev, T. (1986). Generalized Autoregressive Conditional Heterokedasticity. *Journal of Econometrics*, 31, 307-327.
- Box, G., Jenkins, G. & Reinsel, G. (2015). *Time Series Analysis : Forecasting and Control* (5th ed.). New York: John Wiley & Sons Inc.
- Brigham, E. F. & Houston, J. F. (2009). *Fundamentals of Financial Management* (12th ed.). Mason, USA: South-Western Cengage Learning.
- Candelon, B., Colletaz, G., Hurlin, C. & Tokpavi, S. (2008). Backtesting Value at Risk: A GMM Duration Based Test. *Journal of Financial Econometrics*, 314-343.
- Chan, N. H. & Wong, H. Y. (2006). *Simulation Techniques in Financial Risk Management*. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.

- Chao, S. K., Hardle, W. K. & Wang, W. (2012). Quantile Regression in Risk Calibration. *SFB 649*.
- Christoffersen, P. & Pelletier, D. (2004). Backtesting Value-at-Risk: A Duration-Based Approach. *Journal of Financial Econometrics*, 84-108.
- Dharmawan, K. (2014). Estimasi Nilai Value at Risk Portofolio Menggunakan Metode t-Copula. *Jurnal Matematika, Sains dan Teknologi*, 15, 1-11.
- Elvitra, C. W., Warsito, B. & Hoyyi, A. (2013). Metode Peramalan dengan Menggunakan Model Volatilitas Asymmetric Power ARCH (APARCH). *Jurnal Gaussian*, 289-300.
- Engle, R. F. (1982). Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of The Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*, 987-1008.
- Fajriah, L. R. (1 Oktober 2016). *Ekbis : Market*. Retrieved January 27, 2017, from SINDONews.com: <https://ekbis.sindonews.com/read/1143809/32/nilai-transaksi-saham-ri-kalahkan-singapura-dan-malaysia-1475313097>
- Franke, J., Hardle, W. K. & Hafner, C. M. (2015). *Statistics of Financial Markets: An Introduction* (4th ed.). Berlin: Springer.
- Ghalanos, A. (2015). *Introduction to the rugarch Package*. CRAN-R.
- Han, H. & Kristensen, D. (2014). Asymptotic Theory for the QMLE in GARCH-X Models With Stasionary and Nonstasionary Covariates. *Journal of Business and Economic Statistics*, Vol. 32, No.3 :416-429.

- Hwang, S. & Satchell, S. (2001). GARCH Model with Cross-Sectional Volatility; GARCHX Model. *Working Paper*.
- Hyndman, R. J. (4 Oktober 2010). *Hyndsight/arimax*. Retrieved Januari 2017, from Hyndsight: <http://robjhyndman.com/hyndsight/arimax/>
- Linton, O., Cho, Y. & Whang, Y. (2006). Are there Monday Effects in Stock Returns: A Stochastic Dominance Approach. *Economic and Social Science Research Council*, 1-29.
- Nasiti, W. K. (2016). *Estimasi Risiko Investasi Saham Perusahaan Sektor Telekomunikasi di BEI Menggunakan Metode CVaR dan VaR dengan Pendekatan ARMA-GARCH dan EVT*. Surabaya: ITS.
- Naufal, A. R. (2016). Analisis Pengaruh Trending Topic di Twitter dan Google terhadap Return Indeks LQ45 dan IHSG Menggunakan Metode ARMAX dan Hybrid ARX-SVR. *POMITS*.
- O'Connor, P. D. & Kleyner, A. (2012). *Practical Reliability Engineering, Fifth Edition*. New York: John Wiley & Sons, Ltd.
- Oktavia, A. L., Sentosa, S. U. & Aimon, H. (2013). Analisis Kurs dan Money Supply di Indonesia. *Jurnal Kajian Ekonomi*, 149-165.
- Ramadhan, B. A. (2014). Analisis Perbandingan Metode ARIMA dan GARCH untuk Memprediksi Harga Saham. *Eproc*.
- Rukini & Suhartono. (2013). Model ARIMAX dan Deteksi GARCH untuk Peramalan Inflasi Kota Denpasar.

Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika, (pp. MS-219). Yogyakarta.

- Siringoringo, L. & Indrastiti, N. (Agustus 2016). *Beranda: Pengampunan Pajak*. Retrieved Januari 21, 2017, from Pengampunan Pajak: <https://pengampunanpajak.com/2016/08/26/merasakan-efek-langsung-dari-tax-amnesty/>
- Sudjati, I. L. (2017). *Estimasi Risiko Return Saham Perusahaan SubSektor Konstruksi dan Bangunan Menggunakan Metode Value at Risk dengan Pendekatan ARMAX-GARCHX*. Surabaya: ITS.
- Suhartono, Lee, M. H. & Prastyo, D. D. (2015). Two Levels ARIMAX and Regression Models for Forecasting Time Series Data with Calendar Variation Effects. *AIP Conference Proceedings* (pp. 1-8). Maryland: AIP Publishing.
- Wei, W. W. (2006). *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods* (2nd ed.). New York: Pearson.
- Zuhra, F., Noviyanti, L. & Bachrudin, A. (2015). Estimasi Value at Risk Return Portfolio menggunakan Metode Copula.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Return Harian Saham WIKA, WSKT, ADHI dan PTPP

No.	Tanggal	WIKA	WSKT	ADHI	PTPP
1	1/1/2013	-	-	-	-
2	1/2/2013	0	0	0	0
3	1/3/2013	0.0268435	- 0.0444438	0.0170502	- 0.0121954
4	1/4/2013	0	0.0116271	- 0.0111741	-0.012346
5	1/7/2013	0	0.0114935	- 0.0113004	-0.012499
6	1/8/2013	- 0.0065354	- 0.0113629	0	- 0.0379756
7	1/9/2013	0.0065784	0	- 0.0114296	0.0263165
8	1/10/2013	0.0392197	0.0229893	0.0057776	0.0384612
9	1/11/2013	0.0377328	- 0.0112375	0.0114953	0
10	1/14/2013	- 0.0060601	0	0	- 0.0246907
11	1/15/2013	0	0	0.0454586	0.0126572
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
109	3/20/2013	0.0163265	0.0128755	0.0084388	- 0.0088235
109	3/21/2013	- 0.0160643	0	0.0292887	- 0.0178042
109	3/22/2013	0.0122449	0.0127119	- 0.0081301	- 0.0151057
109	3/23/2013	- 0.0080645	0.0125523	- 0.0122951	0.0214724
109	3/24/2013	0.0121951	0.0206612	- 0.0207469	0.033033

109	3/27/201	-	-	-	-
8	7	0.0120482	0.0121457	0.0127119	0.0145349
109	3/28/201	-	-	0	-
9	7	0.0121951	0.0204918		0.0235988
110	3/29/201	0	0	0.0300429	0
0	7				
110	3/30/201	-	0.0083682	-	-
1	7	0.0123457		0.0166667	0.0090634
110	3/31/201	0.0125	0	0.0042373	0.0091463
2	7				

Lampiran 2 Data Harga Harian Kurs IDR/USD dan IHSG

No.	Date	Kurs IDR/USD	IHSG
1	1/1/2013	9670	4316.687
2	1/2/2013	9685	4346.4751
3	1/3/2013	9670	4399.2578
4	1/4/2013	9675	4410.02
5	1/7/2013	9738	4392.3789
6	1/8/2013	9740	4397.545
7	1/9/2013	9740	4362.9282
8	1/10/2013	9715	4317.3652
9	1/11/2013	9660	4305.9121
10	1/14/2013	9670	4382.498
11	1/15/2013	9740	4400.8242
⋮	⋮	⋮	⋮
1093	3/20/2017	13329	5533.9922
1094	3/21/2017	13308	5543.0928
1095	3/22/2017	13335	5534.0928

1096	3/23/2017	13332	5563.7588
1097	3/24/2017	13329	5567.1338
1098	3/27/2017	13314	5541.2021
1099	3/28/2017	13314	5541.2021
1100	3/29/2017	13323	5592.5098
1101	3/30/2017	13316	5592.9521
1102	3/31/2017	13321	5568.106

Lampiran 3 Statistika Deskriptif Harga saham Close dan Return Perusahaan WIKA, WSKT, ADHI dan PTPP

summary(returnall)							
returnWZKA		returnWSKT	returnADHI	returnPTPP			
Min.	:-0.1270479	Min.	:-0.129871	Min.	:-0.1461091	Min.	:-0.121212
1st Qu.	:-0.0118577	1st Qu.	:-0.010638	1st Qu.	:-0.0135397	1st Qu.	:-0.010988
Median	: 0.0000000	Median	: 0.000000	Median	: 0.0000000	Median	: 0.000000
Mean	: 0.0008526	Mean	: 0.001868	Mean	: 0.0007866	Mean	: 0.001654
3rd Qu.	: 0.0113239	3rd Qu.	: 0.012821	3rd Qu.	: 0.0117235	3rd Qu.	: 0.011766
Max.	: 0.1538461	Max.	: 0.164384	Max.	: 0.1764709	Max.	: 0.173076

Lampiran 4 Sintaksis Time Series Plot dan Boxplot Harga Saham, Return dan Variabel Eksogen

```
#TimeSeriesPlot Close Data Saham
win.graph()
WIKA.close2=data.frame(WIKA[,1],WIKAp[,2])
par(mfrow=c(1,1))
plot(WIKA.close, type="l", ylim=c(500, 5000), lwd=2, col="blue", axes=F, ylab="Stock Price",
xlab="Time") labels=as.numeric(format(as.Date(WIKA.close2[,1]),"%Y-%m-%d"),"%Y")
where.put=c(1,which(diff(labels)==1))+1
axis(side=1, at=where.put, label=labels[where.put], lwd=0.5)
axis(side=2, at=seq(0,5000, by=500), label=seq(0,5000, by=500), lwd=1)
lines(WSKT.close, type="l", ylim=c(500, 5000), lwd=2, col="red")
lines(ADHI.close, type="l", ylim=c(500, 5000), lwd=2, col="green")
lines(PTPP.close, type="l", ylim=c(500, 5000), lwd=2, col="orange")
legend(5,5000, c("WIKA.JK", "WSKT.JK", "ADHI.JK", "PTPP.JK"), lwd=1, col=c("red", "blue", "green",
"orange"), bg="white")

#TimeSeriesPlot Return Data Saham
win.graph()
returnWIKAp=as.numeric(returnWIKAp)
returnWSKTp=as.numeric(returnWSKTp)
returnPTPPp=as.numeric(returnPTPPp)
returnADHIP=as.numeric(returnADHIP)
par(mfrow=c(1,1))
plot(returnWIKAp, type="l", ylim=c(-0.3, 0.6), lwd=2, col="blue", axes=F, ylab="Return", xlab="Time")
labels=as.numeric(format(as.Date(WIKA.close2[,1]),"%Y-%m-%d"),"%Y")
```

```

where.put=c(1,which(diff(labels)==1)+1)
axis(side=1, at=where.put, label=labels[where.put], lwd=0.5)
axis(side=2, at=seq(-1, 1, by=0.2), label=seq(-1, 1, by=0.2), lwd=1)
lines(returnWSKTP, type="l", lwd=2, col="red")
lines(returnADHIP, type="l", lwd=2, col="green")
lines(returnPTPPP, type="l", lwd=2, col="orange")
legend(1,0.6, c("WIKAJK", "WSKTKJK", "ADHIJK", "PTPPJK"), lwd=1, col=c("red", "blue", "green",
"orange"), bg="white")

#Boxplot Return
win.graph()
boxplot(returnall, symbols="stars", ylab="Return Saham", xlab="Time")
abline(h=0, col="red")

#Boxplot
datahariADHI=read.csv("F://ecrit/IV/Tugas Akhir/Draft/TA/datahariADHI.csv",sep=",",header=T)
datahariWIKAJK=read.csv("F://ecrit/IV/Tugas Akhir/Draft/TA/datahariWIKAJK.csv",sep=",",header=T)
datahariWSKT=read.csv("F://ecrit/IV/Tugas Akhir/Draft/TA/datahariWSKT.csv",sep=",",header=T)
datahariPTPP=read.csv("F://ecrit/IV/Tugas Akhir/Draft/TA/datahariPTPP.csv",sep=",",header=T)
win.graph()
par(mfrow=c(2,2))
boxplot(datahariWIKAJK, symbols="stars", ylab="Return Saham", xlab="Time")
boxplot(datahariWSKT, symbols="stars", ylab="Return Saham", xlab="Time")
boxplot(datahariADHI, symbols="stars", ylab="Return Saham", xlab="Time")
boxplot(datahariPTPP, symbols="stars", ylab="Return Saham", xlab="Time")

```

Lampiran 5 Sintaksis R Plot ACF dan PACF

```

#ARMA
library(TSA)
#ACF, PACF WIKAJK
win.graph()
par(mfrow=c(1,2))
acf(returnWIKAJK, main="Return WIKAJK")
pacf(returnWIKAJK,main="Return WIKAJK")
#ACF, PACF WSKT
win.graph()
par(mfrow=c(1,2))
acf(returnWSKT, main="Return WSKT")
pacf(returnWSKT,main="Return WSKT")
#ACF, PACF ADHI
win.graph()
par(mfrow=c(1,2))
acf(returnADHI, main="Return ADHI")
pacf(returnADHI,main="Return ADHI")

#ACF, PACF PTPP
win.graph()
par(mfrow=c(1,2))
acf(returnPTPP, main="Return PTPP")
pacf(returnPTPP,main="Return PTPP")

```

Lampiran 6 (a) Sintaksis R Uji Signifikansi Parameter Model ARMA WIKAJK

```

library(rugarch)
#ARMA WIKAJK
spec.WIKAJK=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder = c(0,1),
include.mean=TRUE),variance.model=list(garchOrder = c(0,0)), distribution.model= "norm")
garch.fitWIKAJK=ugarchfit(spec=spec.WIKAJK, data=returnWIKAJK, solver="nloptr")
garch.fitWIKAJK
spec.WIKAJK=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder = c(1,0),
include.mean=TRUE),variance.model=list(garchOrder = c(0,0)), distribution.model= "norm")
garch.fitWIKAJK=ugarchfit(spec=spec.WIKAJK, data=returnWIKAJK, solver="nloptr")
garch.fitWIKAJK
spec.WIKAJK=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder = c(1,1),
include.mean=TRUE),variance.model=list(garchOrder = c(0,0)), distribution.model= "norm")
garch.fitWIKAJK=ugarchfit(spec=spec.WIKAJK, data=returnWIKAJK, solver="nloptr")

```

garch.fitWIKa

Lampiran 6 (b) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model ARMA(0,1) WIKa

```

*-----*
*          GARCH Model Fit          *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(0,0)
Mean Model       : ARFIMA(0,0,1)
Distribution      : norm
Optimal Parameters
-----
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      -0.000172    1e-06    -142.89      0
ma1     -0.011454    8e-05    -142.89      0
omega    0.000000    0e+00     0.00      1

Robust Standard Errors:
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      -0.000172    0.027107   -0.006328   0.99495
ma1     -0.011454    1.810227   -0.006327   0.99495
omega    0.000000    0.006586    0.000000   1.00000

LogLikelihood : -40028.2
Information Criteria
-----
Akaike        72.718
Bayes         72.732
Shibata       72.718
Hannan-Quinn  72.723

```

Lampiran 6 (c) Hasil Uji White Noise ARMA(0,1) WIKa

```

-----
Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals
-----
              statistic p-value
Lag[1]              0.0004856  0.9824
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2] 1.9007979  0.2490
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5] 3.2702228  0.3664
d.o.f=1
H0 : No serial correlation

```

Lampiran 7 (a) Sintaksis R Uji Signifikansi Parameter Model ARMA WSKT

```

library(rugarch)
#ARMA WSKT
spec.WSKT=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder = c(0,1),
include.mean=TRUE),variance.model=list(garchOrder = c(0,0)), distribution.model= "norm")
garch.fitWSKT=ugarchfit(spec=spec.WSKT, data=returnWSKT, solver="nloptr")
garch.fitWSKT
spec.WSKT=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder = c(1,0),
include.mean=TRUE),variance.model=list(garchOrder = c(0,0)), distribution.model= "norm")
garch.fitWSKT=ugarchfit(spec=spec.WSKT, data=returnWSKT, solver="nloptr")
spec.WSKT=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder = c(1,1),
include.mean=TRUE),variance.model=list(garchOrder = c(0,0)), distribution.model= "norm")
garch.fitWSKT=ugarchfit(spec=spec.WSKT, data=returnWSKT, solver="nloptr")
garch.fitWSKT

```

Lampiran 7 (b) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model ARMA(1,1) WSKT

```

*-----*
*          GARCH Model Fit          *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(0,0)
Mean Model       : ARFIMA(1,0,1)
Distribution      : norm
Optimal Parameters
-----

```

```

mu      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
ar1     -0.999738  0.017952  -17.957201  0.00000
ma1      1.000000  0.001738  575.286832  0.00000
omega    0.000000  0.000000  0.000000  1.00000
Robust Standard Errors:
mu      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
ar1     -0.999738  23.427605  -0.042674  0.96596
ma1      1.000000  12.852439  0.077806  0.93798
omega    0.000000  0.000003  0.000000  1.00000
LogLikelihood : -40081.72
Information Criteria
-----
Akaike      72.817
Bayes       72.835
Shibata     72.817
Hannan-Quinn 72.824

```

Lampiran 7 (c) Hasil Uji *White Noise* ARMA(1,1) WSKT

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

```

              statistic p-value
Lag[1]              1.699  0.1924
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][5] 2.918  0.5240
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][9] 5.502  0.3465
d.o.f=2
H0 : No serial correlation

```

Lampiran 8 (a) Sintaksis R Uji Signifikansi Parameter Model ARMA ADHI

```

library(rugarch)
#ARMA ADHI
spec.ADHI=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder = c(0,1),
include.mean=TRUE),variance.model=list(garchOrder = c(0,0)), distribution.model= "norm")
garch.fitADHI=ugarchfit(spec=spec.ADHI, data=returnADHI, solver="nloptr")
garch.fitADHI
spec.ADHI=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder = c(1,0),
include.mean=TRUE),variance.model=list(garchOrder = c(0,0)), distribution.model= "norm")
garch.fitADHI=ugarchfit(spec=spec.ADHI, data=returnADHI, solver="nloptr")
garch.fitADHI
spec.ADHI=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder = c(1,1),
include.mean=TRUE),variance.model=list(garchOrder = c(0,0)), distribution.model= "norm")
garch.fitADHI=ugarchfit(spec=spec.ADHI, data=returnADHI, solver="nloptr")
garch.fitADHI

```

Lampiran 8 (b) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model ARMA(1,0) ADHI

```

*-----*
*          GARCH Model Fit          *
*-----*
Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model   : sGARCH(0,0)
Mean Model    : ARFIMA(1,0,0)
Distribution   : norm
Optimal Parameters
-----
mu      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
ar1     0.060393  0.030087  2.00724  0.044724
omega   0.000841  0.000036  23.45208  0.000000
Robust Standard Errors:
mu      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
ar1     0.060393  0.031546  1.91443  0.055566
omega   0.000841  0.000091  9.23293  0.000000
LogLikelihood : 2336.252

```

Information Criteria

Akaike	-4.2384
Bayes	-4.2248
Shibata	-4.2384
Hannan-Quinn	-4.2333

Lampiran 8 (c) Hasil Uji *White Noise* ARMA(1,0) ADHI

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	0.004712	0.9453
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]	0.663726	0.9126
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]	1.576990	0.8275
d.o.f=1		
H0 : No serial correlation		

Lampiran 9 (a) Sintaksis R Uji Signifikanis Parameter Model ARMA Saham PTPP

```
library(rugarch)
#ARMA PTPP
spec.PTPP=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder = c(0,1),
include.mean=TRUE),variance.model=list(garchOrder = c(0,0)), distribution.model= "norm")
garch.fitPTPP=ugarchfit(spec=spec.PTPP, data=returnPTPP, solver="nloptr")
garch.fitPTPP
spec.PTPP=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder = c(1,0),
include.mean=TRUE),variance.model=list(garchOrder = c(0,0)), distribution.model= "norm")
garch.fitPTPP=ugarchfit(spec=spec.PTPP, data=returnPTPP, solver="nloptr")
garch.fitPTPP
spec.PTPP=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder = c(1,1),
include.mean=TRUE),variance.model=list(garchOrder = c(0,0)), distribution.model= "norm")
garch.fitPTPP=ugarchfit(spec=spec.PTPP, data=returnPTPP, solver="nloptr")
garch.fitPTPP
```

Lampiran 9 (b) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model ARMA(0,1) Saham PTPP

* GARCH Model Fit *				

Conditional Variance Dynamics				

GARCH Model	:	sGARCH(0,0)		
Mean Model	:	ARFIMA(0,0,1)		
Distribution	:	norm		
Optimal Parameters				

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
mu	0.000759	0.000001	826.76	0
ma1	0.086630	0.000105	826.76	0
omega	0.000000	0.000000	0.00	1
Robust Standard Errors:				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
mu	0.000759	0.004440	0.17085	0.86434
ma1	0.086630	0.505131	0.17150	0.86383
omega	0.000000	0.011665	0.00000	1.00000
LogLikelihood : -40028.2				
Information Criteria				

Akaike	72.718			
Bayes	72.732			

Shibata 72.718
Hannan-Quinn 72.723

Lampiran 9 (c) Hasil Uji *White Noise* ARMA(0,1) PTPP

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	0.03364	0.8545
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]	1.54592	0.4122
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]	2.49224	0.5686
d.o.f=1		
H0 : No serial correlation		

Lampiran 10 (a) Sintaksi R Uji *Kolmogorov Smirnov*

```
#residualARMA
res.WIKA=residuals(garch.fitWIKa)
res.WIKA=as.numeric(res.WIKA)
res.WSKT=residuals(garch.fitWSKT)
res.WSKT=as.numeric(res.WSKT)
res.ADHI=residuals(garch.fitADHI)
res.ADHI=as.numeric(res.ADHI)
res.PTPP=residuals(garch.fitPTPP)
res.PTPP=as.numeric(res.PTPP)
#Uji Normalitas
ks.test(res.WIKA, "pnorm", alternative=c("two.sided"))
ks.test(res.WSKT, "pnorm", alternative=c("two.sided"))
ks.test(res.ADHI, "pnorm", alternative=c("two.sided"))
ks.test(res.PTPP, "pnorm", alternative=c("two.sided"))
```

Lampiran 10 (b) Hasil Uji *Kolmogorov Smirnov*

```
One-sample Kolmogorov-Smirnov test
data: res.WIKA
D = 0.46341, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided

One-sample Kolmogorov-Smirnov test
data: res.WSKT
D = 0.46467, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided

One-sample Kolmogorov-Smirnov test
data: res.ADHI
D = 0.4619, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided

One-sample Kolmogorov-Smirnov test
data: res.PTPP
D = 0.46275, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided
```

Lampiran 11 (a) Sintaksi R Uji *Lagrange Multiplier* (LM)

```
#Uji Lagrange Multiplier (LM)
library(FINTS)
hasiLLM=matrix(0,10,4)
colnames(hasiLLM)=c('chi-sq WIKa','chi-sq WSKT','chi-sq ADHI','chi-sq PTPP')
for (i in 1:10)
{
  LM.WIKA=ArchTest(res.WIKA, lags=i)
  LM.WSKT=ArchTest(res.WSKT, lags=i)
  LM.ADHI=ArchTest(res.ADHI, lags=i)
  LM.PTPP=ArchTest(res.PTPP, lags=i)
  hasiLLM[i,1]=LM.WIKA$statistic
  hasiLLM[i,2]=LM.WSKT$statistic
  hasiLLM[i,3]=LM.ADHI$statistic
  hasiLLM[i,4]=LM.PTPP$statistic
}
hasiLLM
```

Lampiran 11 (b) Hasil Uji *Lagrange Multiplier* (LM)

	chi-sq WIKa	chi-sq WSKT	chi-sq ADHI	chi-sq PTPP
[1,]	12.22947	22.91681	3.050117	18.21884
[2,]	23.48128	37.63072	3.581359	55.79433
[3,]	30.89482	52.45309	17.142376	90.91222
[4,]	43.78144	68.88148	21.413165	101.66748
[5,]	45.01806	72.48963	23.046476	109.83425
[6,]	45.13989	80.10634	23.001680	110.14338
[7,]	53.40352	90.89668	25.446177	115.81273

```
[8,] 53.67173 90.82734 26.971750 116.52171
[9,] 53.85261 90.74221 26.952593 116.50208
[10,] 53.81094 100.29868 31.441112 117.06418
```

Lampiran 12 Sintaksi R Plot ACF dan PACF Residual Kuadrat

```
#ACF/PACF GARCH
#WIKa
win.graph()
par(mfrow=c(2,1))
acf(res.WIKa^2, main="Residual WIKa")
pacf(res.WIKa^2, main="Residual WIKa")
#WSKT
win.graph()
par(mfrow=c(2,1))
acf(res.WSKT^2, main="Residual WSKT")
pacf(res.WSKT^2, main="Residual WSKT")
#ADHI
win.graph()
par(mfrow=c(2,1))
acf(res.ADHI^2, main="Residual ADHI")
pacf(res.ADHI^2, main="Residual ADHI")
#PTPP
win.graph()
par(mfrow=c(2,1))
acf(res.PTPP^2, main="Residual PTPP")
pacf(res.PTPP^2, main="Residual PTPP")
```

Lampiran 13 (a) Sintaksi R Estimasi Parameter untuk Data WIKa dengan Model ARMA(0,1)-GARCH(1,0), ARMA(0,1)-GARCH(0,1) dan ARMA(0,1)-GARCH(1,1)

```
#ARMA-GARCH
library(rugarch)
#WIKa
spec.WIKa1=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
0,1),include.mean=TRUE),variance.model=list(garchOrder=c(1,0)),distribution.model="norm")
garch.fitWIKa1=ugarchfit(spec=spec.WIKa1,data=returnWIKa,solver="nloptr")
garch.fitWIKa1

spec.WIKa1=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
0,1),include.mean=TRUE),variance.model=list(garchOrder=c(0,1)),distribution.model="norm")
garch.fitWIKa1=ugarchfit(spec=spec.WIKa1,data=returnWIKa,solver="nloptr")
garch.fitWIKa1

spec.WIKa1=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
0,1),include.mean=TRUE),variance.model=list(garchOrder=c(1,2)),distribution.model="norm")
garch.fitWIKa1=ugarchfit(spec=spec.WIKa1,data=returnWIKa,solver="nloptr")
garch.fitWIKa1
```

Lampiran 13 (b) Hasil Estimasi Parameter untuk Data WIKa dengan Model ARMA(0,1)-GARCH(1,0)

```
*-----*
*          GARCH Model Fit          *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(1,0)
Mean Model       : ARFIMA(0,0,1)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
mu      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
ma1     0.005395  0.000589  9.1538  0
omega   -0.121953  0.013831 -8.8174  0
alpha1  0.000061  0.000002 26.8182  0
alpha1  1.000000  0.046782 21.3759  0

Robust Standard Errors:
mu      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
ma1     0.005395  0.004665  1.1563  0.24756
omega   -0.121953  0.105428 -1.1567  0.24738
alpha1  0.000061  0.000011  5.6044  0.00000
alpha1  1.000000  0.193232  5.1751  0.00000

LogLikelihood : 1787.211
Information Criteria
```

```
-----
Akaike      -3.2393
Bayes      -3.2211
Shibata    -3.2393
Hannan-Quinn -3.2324
```

Lampiran 13 (c) Hasil Estimasi Parameter untuk Data WIKA dengan Model ARMA(0,1)-GARCH(0,1)

```
-----*
*      GARCH Model Fit      *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model   : sGARCH(0,1)
Mean Model    : ARFIMA(0,0,1)
Distribution   : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      0.000802   0.000774    1.03728   0.29960
mal     -0.008181   0.032062   -0.25517   0.79859
omega    0.000002   0.000000    108.98910  0.00000
betal    0.996370   0.000022  44866.45041 0.00000
```

Lampiran 13 (c) Lanjutan

```
Robust Standard Errors:
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      0.000802   0.000813    0.98678   0.32375
mal     -0.008181   0.045731   -0.17890   0.85802
omega    0.000002   0.000000    52.58725   0.00000
betal    0.996370   0.000070 14324.07021 0.00000
```

LogLikelihood : 2454.917

Information Criteria

```
-----
Akaike      -4.4522
Bayes      -4.4340
Shibata    -4.4522
Hannan-Quinn -4.4453
```

Lampiran 13 (d) Hasil Estimasi Parameter untuk Data WIKA dengan Model ARMA(0,1)-GARCH(1,1)

```
-----*
*      GARCH Model Fit      *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model   : sGARCH(1,1)
Mean Model    : ARFIMA(0,0,1)
Distribution   : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      0.001886   0.000743    2.5374    0.01167
mal     0.047159   0.036509    1.2917    0.196454
omega    0.000002   0.000002    1.1493    0.250438
alpha1   0.100000   0.013114    7.6256    0.000000
betal    0.900000   0.009331   96.4482    0.000000

Robust Standard Errors:
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      0.001886   0.001151    1.63909    0.101195
mal     0.047159   0.041853    1.12680    0.259829
omega    0.000002   0.000004    0.63989    0.522241
alpha1   0.100000   0.040950    2.44202    0.014605
betal    0.900000   0.041830   21.51541    0.000000
```

LogLikelihood : 2515.492

Information Criteria

```
-----
Akaike      -4.5604
```


Bayes -4.5377
 Shibata -4.5604
 Hannan-Quinn -4.5518

Lampiran 13 (e) Hasil Uji *White Noise* ARMA(0,1)-GARCH(1,0) WIKA

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	2.988	0.08389
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]	3.324	0.01826
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]	4.930	0.11238

d.o.f=1
 H0 : No serial correlation

Lampiran 13 (f) Hasil Uji *White Noise* ARMA(0,1)-GARCH(0,1) WIKA

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	0.0001792	0.9893
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]	1.8768622	0.2582
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]	3.2132584	0.3796

d.o.f=1
 H0 : No serial correlation

Lampiran 13 (g) Hasil Uji *White Noise* ARMA(0,1)-GARCH(1,1) WIKA

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	0.3603	0.5484
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]	0.7216	0.8884
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]	1.2929	0.8939

d.o.f=1
 H0 : No serial correlation

Lampiran 14 (a) Sintaksi R Estimasi Parameter untuk Data WSKT dengan Model ARMA(1,0)-GARCH(1,0), ARMA(1,0)-GARCH(0,1) dan ARMA(1,0)-GARCH(1,1)

```
#ARMA-GARCH
library(rugarch)
#WSKT
spec.WSKT1=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
1,0)),include.mean=TRUE,variance.model=list(garchOrder=c(1,0)),distribution.model="norm")
garch.fitWSKT1=ugarchfit(spec=spec.WSKT1,data=returnWSKT,solver="nloptr")
garch.fitWSKT1
spec.WSKT1=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(1,0)),include.mean=TRUE),variance.m
odel=list(garchOrder=c(0,1)),distribution.model="norm")
garch.fitWSKT1=ugarchfit(spec=spec.WSKT1,data=returnWSKT,solver="nloptr")
garch.fitWSKT1
spec.WSKT1=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(1,0)),include.mean=TRUE),variance.m
odel=list(garchOrder=c(1,2)),distribution.model="norm")
garch.fitWSKT1=ugarchfit(spec=spec.WSKT1,data=returnWSKT,solver="nloptr")
garch.fitWSKT1
```

Lampiran 14 (b) Hasil Estimasi Parameter untuk Data WSKT dengan Model ARMA(1,0)-GARCH(1,0)

```

*-----*
*          GARCH Model Fit          *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model   : sGARCH(1,0)
Mean Model    : ARFIMA(1,0,0)
Distribution   : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
mu      0.008709    0.000331   26.3393   0.00000
ar1     -0.015339    0.011418   -1.3434   0.17914
omega   0.000058    0.000003   22.3709   0.00000
alpha1  1.000000    0.047132   21.2168   0.00000

```

Lampiran 14 (b) Lanjutan

```

Robust Standard Errors:
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
mu      0.008709    0.001275    6.83274   0.00000
ar1     -0.015339    0.037276   -0.41149   0.68071
omega   0.000058    0.000007    8.33733   0.00000
alpha1  1.000000    0.130581    7.65806   0.00000

LogLikelihood : 1949.314

Information Criteria
-----
Akaike          -3.5337
Bayes           -3.5155
Shibata         -3.5337
Hannan-Quinn    -3.5268

```

Lampiran 14 (c) Hasil Estimasi Parameter untuk Data WSKT dengan Model ARMA(1,0)-GARCH(0,1)

```

*-----*
*          GARCH Model Fit          *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model   : sGARCH(0,1)
Mean Model    : ARFIMA(1,0,0)
Distribution   : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
mu      0.001822    0.00078    2.3371    0.019431
ar1     0.039640    0.03010    1.3169    0.187856
omega   0.000002    0.00000    107.8054   0.000000
beta1   0.996137    0.00002   50360.8640   0.000000

Robust Standard Errors:
      Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
mu      0.001822    0.000965    1.8875    0.05909
ar1     0.039640    0.036900    1.0743    0.28271
omega   0.000002    0.000000    53.0006    0.00000
beta1   0.996137    0.000072  13850.3447   0.00000

LogLikelihood : 2491.85

Information Criteria
-----
Akaike          -4.5193
Bayes           -4.5011
Shibata         -4.5193

```

Hannan-Quinn -4.5124

Lampiran 14 (d) Hasil Estimasi Parameter untuk Data WIKA dengan Model ARMA(1,0)-GARCH(1,1)

```

*-----*
*          GARCH Model Fit          *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model   : sGARCH(1,1)
Mean Model    : ARFIMA(1,0,0)
Distribution   : norm

Optimal Parameters
-----
mu      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
ar1     0.001750  0.000675  2.5940 0.009488
ar1     0.034418  0.032457  1.0604 0.288952
omega   0.000010  0.000004  2.5951 0.009456
alpha1   0.100000  0.023251  4.3009 0.000017
beta1   0.895538  0.002762 324.2804 0.000000

Robust Standard Errors:
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
mu      0.001750  0.000761  2.2997 0.021466

```

Lampiran 14 (d) Lanjutan

```

ar1     0.034418  0.030327  1.1349 0.256426
omega   0.000010  0.000009  1.0655 0.286655
alpha1  0.100000  0.057696  1.7332 0.083056
beta1   0.895538  0.037418 23.9330 0.000000

LogLikelihood : 2572.495

Information Criteria
-----
Akaike      -4.6639
Bayes       -4.6412
Shibata     -4.6640
Hannan-Quinn -4.6553

```

Lampiran 14 (e) Hasil Uji *White Noise* ARMA(1,0)-GARCH(1,0) WSKT

```

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals
-----
Lag[1]                statistic p-value
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2] 0.06671 0.7962
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5] 1.61804 0.8169
d.o.f=1
H0 : No serial correlation

```

Lampiran 14 (f) Hasil Uji *White Noise* ARMA(1,0)-GARCH(0,1) WSKT

```

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals
-----
Lag[1]                statistic p-value
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2] 0.0006538 0.9796
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5] 0.2610749 0.9966
d.o.f=1
H0 : No serial correlation

```

Lampiran 14 (g) Hasil Uji *White Noise* ARMA(1,0)-GARCH(1,1) WSKT

```

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals
-----
Lag[1]                statistic p-value
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2] 0.2404 0.6239
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5] 0.3123 0.9933
d.o.f=1
H0 : No serial correlation

```

Lampiran 15 (a) Sintaksi R Estimasi Parameter untuk Data ADHI dengan Model ARMA(1,0)-GARCH(1,0), ARMA(1,0)-GARCH(0,1) dan ARMA(1,0)-GARCH(1,1)

```
#ARMA-GARCH
library(rugarch)
#ADHI
spec.ADHI1=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
1,0),include.mean=TRUE),variance.model=list(garchOrder=c(1,0)),distribution.model="norm")
garch.fitADHI1=ugarchfit(spec=spec.ADHI1,data=returnADHI,solver="nloptr")
garch.fitADHI1

spec.ADHI1=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
1,0),include.mean=TRUE),variance.model=list(garchOrder=c(0,1)),distribution.model="norm")
garch.fitADHI1=ugarchfit(spec=spec.ADHI1,data=returnADHI,solver="nloptr")
garch.fitADHI1

spec.ADHI1=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
1,0),include.mean=TRUE),variance.model=list(garchOrder=c(1,2)),distribution.model="norm")
garch.fitADHI1=ugarchfit(spec=spec.ADHI1,data=returnADHI,solver="nloptr")
garch.fitADHI1
```

Lampiran 15 (b) Hasil Estimasi Parameter untuk Data ADHI dengan Model ARMA(1,0)-GARCH(1,0)

```
*-----*
*          GARCH Model Fit          *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(1,0)
Mean Model       : ARFIMA(1,0,0)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate   Std. Error   t value Pr(>|t|)
mu      0.009909    0.000324    30.593    0
ar1     -0.196527    0.013331   -14.742    0
omega    0.000073    0.000003    24.878    0
alpha1   1.000000    0.041816    23.914    0

Robust Standard Errors:
      Estimate   Std. Error   t value Pr(>|t|)
mu      0.009909    0.002006    4.9397 0.000001
ar1     -0.196527    0.077595   -2.5327 0.011318
omega    0.000073    0.000009    8.4345 0.000000
alpha1   1.000000    0.111633    8.9579 0.000000

LogLikelihood : 1562.819

Information Criteria
-----
Akaike          -2.8316
Bayes           -2.8135
Shibata         -2.8317
Hannan-Quinn    -2.8248
```

Lampiran 15 (c) Hasil Estimasi Parameter untuk Data ADHI dengan Model ARMA(1,0)-GARCH(0,1)

```
*-----*
*          GARCH Model Fit          *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(0,1)
Mean Model       : ARFIMA(1,0,0)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
```

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
mu	0.000757	0.000926	8.1722e-01	0.41380
ar1	0.059883	0.030085	1.9905e+00	0.04654
omega	0.000003	0.000000	1.5801e+02	0.00000
beta1	0.996468	0.000020	5.0493e+04	0.00000

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
mu	0.000757	0.001006	7.5247e-01	0.451768
ar1	0.059883	0.033912	1.7658e+00	0.077424
omega	0.000003	0.000000	6.7958e+01	0.000000
beta1	0.996468	0.000051	1.9457e+04	0.000000

LogLikelihood : 2337.975

Information Criteria

Akaike	-4.2397
Bayes	-4.2216
Shibata	-4.2398
Hannan-Quinn	-4.2329

Lampiran 15 (d) Hasil Estimasi Parameter untuk Data ADHI dengan Model ARMA(1,0)-GARCH(1,1)

```

*-----*
*          GARCH Model Fit          *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model   : sGARCH(1,1)
Mean Model    : ARFIMA(1,0,0)
Distribution   : norm

Optimal Parameters
-----
mu      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
ar1     0.001118  0.000830  1.3478  0.17772
omega   0.039737  0.034677  1.1459  0.25184
alpha1  0.000016  0.000014  1.1389  0.25476
beta1   0.088970  0.068142  1.3057  0.19167
        0.904218  0.029013 31.1655  0.00000

Robust Standard Errors:
-----
mu      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
ar1     0.001118  0.001530  0.73100 0.46478
omega   0.039737  0.062993  0.63081 0.52816
alpha1  0.000016  0.000094  0.17289 0.86273
beta1   0.088970  0.474782  0.18739 0.85135
        0.904218  0.168536  5.36512 0.00000

LogLikelihood : 2380.968

Information Criteria
-----

Akaike      -4.3160
Bayes       -4.2933
Shibata     -4.3161
Hannan-Quinn -4.3074

```

Lampiran 15 (e) Hasil Uji *White Noise* ARMA(1,0)-GARCH(1,0) ADHI

	statistic	p-value
Lag[1]	6.035	1.402e-02
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]	6.058	3.442e-05
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]	7.521	1.198e-02

d.o.f=1
H0 : No serial correlation

Lampiran 15 (f) Hasil Uji *White Noise* ARMA(1,0)-GARCH(0,1) ADHI

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

```

-----
              statistic p-value
Lag[1]              0.004819  0.9447
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]  0.685674  0.9037
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]  1.560022  0.8318
d.o.f=1
H0 : No serial correlation

```

Lampiran 15 (g) Hasil Uji *White Noise* ARMA(1,0)-GARCH(1,1) ADHI

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

```

-----
              statistic p-value
Lag[1]              1.210  0.2714
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]  1.210  0.6103
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]  2.088  0.6859
d.o.f=1
H0 : No serial correlation

```

Lampiran 16 (a) Sintaksi R Estimasi Parameter untuk Data PTPP dengan Model ARMA(0,1)-GARCH(1,0), ARMA(0,1)-GARCH(0,1) dan ARMA(0,1)-GARCH(1,1)

```

#ARMA-GARCH
library(rugarch)
#PTPP
spec.PTPP1=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
0,1),include.mean=TRUE),variance.model=list(garchOrder=c(1,0)),distribution.model="norm")
garch.fitPTPP1=ugarchfit(spec=spec.PTPP1,data=returnPTPP,solver="nloptr")
garch.fitPTPP1

spec.PTPP1=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
0,1),include.mean=TRUE),variance.model=list(garchOrder=c(0,1)),distribution.model="norm")
garch.fitPTPP1=ugarchfit(spec=spec.PTPP1,data=returnPTPP,solver="nloptr")
garch.fitPTPP1

spec.PTPP1=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(
0,1),include.mean=TRUE),variance.model=list(garchOrder=c(1,2)),distribution.model="norm")
garch.fitPTPP1=ugarchfit(spec=spec.PTPP1,data=returnPTPP,solver="nloptr")
garch.fitPTPP1

```

Lampiran 16 (b) Hasil Estimasi Parameter untuk Data PTPP dengan Model ARMA(0,1)-GARCH(1,0)

```

*-----*
*          GARCH Model Fit          *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(1,0)
Mean Model       : ARFIMA(0,0,1)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate   Std. Error   t value Pr(>|t|)
mu      0.005767    0.000390   14.786    0
ma1     0.239626    0.008271   28.972    0
omega   0.000064    0.000002    28.950    0
alpha1  1.000000    0.047226   21.175    0

Robust Standard Errors:
      Estimate   Std. Error   t value Pr(>|t|)
mu      0.005767    0.001787    3.2269  0.001252
ma1     0.239626    0.033740    7.1021  0.000000
omega   0.000064    0.000006   10.6221  0.000000
alpha1  1.000000    0.143364    6.9752  0.000000

LogLikelihood : 1879.277

Information Criteria
-----
Akaike      -3.4065
Bayes       -3.3883

```

Shibata -3.4065
Hannan-Quinn -3.3996

Lampiran 16 (c) Hasil Estimasi Parameter untuk Data PTPP dengan Model ARMA(0,1)-GARCH(0,1)

```

*-----*
*          GARCH Model Fit          *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(0,1)
Mean Model       : ARFIMA(0,0,1)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)

```

Lampiran 16 (c) Lanjutan

mu	0.001537	0.000826	1.8603	0.062849
ma1	0.084159	0.031722	2.6530	0.007977
omega	0.000002	0.000000	105.9519	0.000000
beta1	0.995914	0.000023	42542.8676	0.000000

```

Robust Standard Errors:
Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
mu         0.001537   0.000916   1.6786   0.093224
ma1        0.084159   0.049663   1.6946   0.090148
omega      0.000002   0.000000   48.0538   0.000000
beta1      0.995914   0.000079  12535.9030 0.000000

```

LogLikelihood : 2465.958

Information Criteria

```

-----
Akaike      -4.4722
Bayes       -4.4540
Shibata     -4.4722
Hannan-Quinn -4.4653

```

Lampiran 16 (d) Hasil Estimasi Parameter untuk Data PTPP dengan Model ARMA(0,1)-GARCH(1,1)

```

*-----*
*          GARCH Model Fit          *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(1,1)
Mean Model       : ARFIMA(0,0,1)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
mu         0.001235   0.000658   1.8768   0.060549
ma1        0.060261   0.034875   1.7279   0.084006
omega      0.000008   0.000009   0.9244   0.355276
alpha1     0.092640   0.023689   3.9106   0.000092
beta1      0.902051   0.018716  48.1966   0.000000

Robust Standard Errors:
Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
mu         0.001235   0.000655   1.88602   0.059292
ma1        0.060261   0.037444   1.60937   0.107535
omega      0.000008   0.000041   0.20013   0.841380
alpha1     0.092640   0.076810   1.20609   0.227782
beta1      0.902051   0.053564  16.84049   0.000000

```

LogLikelihood : 2587.134

Information Criteria

```

-----
Akaike      -4.6905
Bayes       -4.6678

```

Shibata -4.6906
Hannan-Quinn -4.6819

Lampiran 16 (e) Hasil Uji *White Noise* ARMA(0,1)-GARCH(1,0) PTPP

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	3.203	0.07350
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]	3.208	0.02316
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]	3.500	0.31667
d.o.f=1		

H0 : No serial correlation

Lampiran 16 (f) Hasil Uji *White Noise* ARMA(0,1)-GARCH(0,1) PTPP

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	0.004819	0.9447
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]	0.685674	0.9037
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]	1.560022	0.8318
d.o.f=1		

H0 : No serial correlation

Lampiran 16 (g) Hasil Uji *White Noise* ARMA(0,1)-GARCH(1,1) PTPP

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	0.4406	0.5069
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]	1.2469	0.5871
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]	2.0316	0.7022
d.o.f=1		

H0 : No serial correlation

Lampiran 17 Sintaksi R Estimasi VaR ARMA-GARCH

```
#Estimasi VaR Moving window
library(tseries)
n = length(returnWIKa)
library(rugarch)
#window 250 alpha 5%
window = 250
alpha = 0.05
z.alpha = qnorm(alpha, 0, 1)
z.alpha1 = qnorm(1-alpha, 0, 1)
n=length(returnWIKa)
#WIKa → diganti untuk masing-masing perusahaan
loss.garchWIKa = rep(0,n)
prof.garchWIKa = rep(0,n)
VaR.garchWIKa=rep(0,n)
VaR.garchWIKa1=rep(0,n)
#Risk
for (i in window:(n-1))
{
spec.WIKa=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(0,1),include.mean=TRUE),variance.model=list(garchord
er=c(1,0)),distribution.model="norm")→ Order ARMA-GARCH disesuaikan model terbaik
model.garchWIKa=ugarchfit(spec=spec.WIKa,data=returnWIKa[(i-window+1):i],solver="nloptr")
mean.garch = 0
sd.garch = sigma(model.garchWIKa)[window]
VaR.garchWIKa[i+1] = mean.garch+(sd.garch*z.alpha)
if(VaR.garchWIKa[i+1] > returnWIKa[i+1]) loss.garchWIKa[i+1]=loss.garchWIKa+1
}
ES.garchWIKa = sum(loss.garchWIKa)/(n-window)
#Profit
for (i in window:(n-1))
{
```



```
spec.WIKA1=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(0,1),include.mean=TRUE),variance.model=list(garchOrder=c(1,0)),distribution.model="norm")
model.garchWIKAI=ugarchfit(spec=spec.WIKA1,data=returnWIKAI[(i-window+1):i],solver="nloptr")
mean.garch1 = 0
sd.garch1 = sigma(model.garchWIKAI)[window]
VaR.garchWIKAI[i+1] = mean.garch1+(sd.garch1*z.alpha1)
if(VaR.garchWIKAI[i+1] < returnWIKAI[i+1]) prof.garchWIKAI[i+1]=prof.garchWIKAI+1
}
ES.garchWIKAI = sum(prof.garchWIKAI)/(n-window)
return.out = matrix (returnWIKAI[(window+1):n], ncol=1)
win.graph()
plot(return.out, col="black", ylim=c(-0.6, 0.6), ylab="Return", xlab="time")
t.garch1 = matrix(1:nrow(return.out))
dat.garch1 = matrix(c(t.garch1, return.out), ncol=2)
dat.VaR.garch1 = matrix(c(t.garch1,VaR.garch.out1), ncol=2)
lines(VaR.garch.out1, col="blue", lwd=1)
exceed.garch1=matrix(dat.garch1[dat.VaR.garch1[,2]
<dat.garch1[,2]], ncol=2)
points(exceed.garch1, col="red", cex=0.5, lwd=1, pch=19)
```

Lampiran 17 (Lanjutan)

```
t.garch = matrix(1:nrow(return.out))
dat.garch = matrix(c(t.garch, return.out), ncol=2)
dat.VaR.garch = matrix(c(t.garch, VaR.garch.out),ncol=2)
lines(VaR.garch.out, col="green3", lwd=1)
exceed.garch =matrix(dat.garch[dat.VaR.garch[,2] >dat.garch[,2]], ncol=2)
points(exceed.garch, col="red", cex=0.5, lwd=1, pch=19)

#Data VaR dan Durasi
a=cbind(VaR.garchWIKAI,VaR.garchWIKAI)
b=cbind(loss.garchWIKAI,prof.garchWIKAI)
write.zoo(a, "VaR WIKAI AG 250.txt", sep="\t")
write.zoo(b, "Dur WIKAI AG 250.txt", sep="\t")
```

Lampiran 18 Sintaksi R Estimasi CVaR ARMA-GARCH

```
#CvAR
#returnskurs
kurs = read.csv("F://ecrit/IV/Tugas Akhir/Draft/TA/kurs.csv",sep=",",header=T)
kurs=kurs[,2]
n=length(returnWIKAI)
nr=length(kurs)
t=2
kursx = c(0)
while(t<nr)
{
  r=((kurs[t]-kurs[t-1])/kurs[t-1])
  kursx[t] = r
  t = t+1
}
kursc=kursx[251:n]
returnIHSGc=returnIHSG[251:n]
#data → Sudah termasuk semua data penelitian
garchWIKAI250=read.csv("VaR WIKAI AG 250.txt", sep="\t", header=TRUE)
garchWSKT250=read.csv("VaR WSKT AG 250.txt", sep="\t", header=TRUE)
garchADHI250=read.csv("VaR ADHI AG 250.txt", sep="\t", header=TRUE)
garchPTPP250=read.csv("VaR PTPP AG 250.txt", sep="\t", header=TRUE)
#loss data
VaR.garchWIKAI250=garchWIKAI250[, 2]
VaR.garchWIKAI250=VaR.garchWIKAI250[251:n]
VaR.garchWSKT250=garchWSKT250[, 2]
VaR.garchWSKT250=VaR.garchWSKT250[251:n]
VaR.garchADHI250=garchADHI250[, 2]
VaR.garchADHI250=VaR.garchADHI250[251:n]
VaR.garchPTPP250=garchPTPP250[, 2]
VaR.garchPTPP250=VaR.garchPTPP250[251:n]
#profit data
VaR.garchIWIKAI250=garchWIKAI250[, 3]
VaR.garchIWIKAI250=VaR.garchIWIKAI250[251:n]
VaR.garchIWSKT250=garchWSKT250[, 3]
VaR.garchIWSKT250=VaR.garchIWSKT250[251:n]
VaR.garchIADHI250=garchADHI250[, 3]
VaR.garchIADHI250=VaR.garchIADHI250[251:n]
```

```

VaR.garch1PTPP250=garchPTPP250[,3]
VaR.garch1PTPP250=VaR.garch1PTPP250[251:n]

#data return
#WIKa
returnWIKa1=read.csv("WIKa.return.txt", sep="\t", header=F)
returnWIKa1=returnWIKa1[,2]
returnWIKaCvAr=returnWIKa1[251:n]

t=length(VaR.garchWIKa250)
library(quantreg)

#window 250 WIKa
window = 250
loss.garchCvArWIKa=rep(0,(t-window))
CvAr.WIKa=rep(0,(t-window))
#loss
for (i in window:(t-1))
{

```

Lampiran 18 Lanjutan

```

reg=rq(returnWIKaCvAr[(i-window+1):i]~VaR.garchWSKT250[(i-window+1):i]
+VaR.garchADHI250[(i-window+1):i]+VaR.garchPTPP250[(i-window+1):i]
+kursc[(i-window+1):i]+returnIHSGc[(i-window+1):i],tau=0.05)$fitted.values→disesuaikan
dengan masing-masing perusahaan
CvAr.WIKa[(i-window)+1]=reg
if(CvAr.WIKa[(i-window)+1]<returnWIKaCvAr[(i+1)])
  loss.garchCvArWIKa[(i-window)+1]=1
}
ES.garchCvArWIKa=sum(loss.garchCvArWIKa)/(t-window)
#profit
prof.garchCvArWIKa=rep(0,(t-window))
CvAr1.WIKa=rep(0,(t-window))
for (i in window:(t-1))
{
  reg=rq(returnWIKaCvAr[(i-window+1):i]~VaR.garch1WSKT250[(i-window+1):i]
+VaR.garch1ADHI250[(i-window+1):i]+VaR.garch1PTPP250[(i-window+1):i]
+kursc[(i-window+1):i]+returnIHSGc[(i-window+1):i],tau=0.95)$fitted.values
  CvAr1.WIKa[(i-window)+1]=reg
  if(CvAr1.WIKa[(i-window)+1]<returnWIKaCvAr[(i+1)])
    prof.garchCvArWIKa[(i-window)+1]=1
}
ES.garchCvAr1WIKa=sum(prof.garchCvArWIKa)/(t-window)
win.graph()
return.out = matrix(returnWIKaCvAr[(window+1):t],ncol=1)
CvAr1.garch.out = matrix(CvAr1.WIKa[1:(t-window)],ncol=1)
plot(return.out,col="black",ylab="Return",xlab="Time",ylim=c(-0.2,0.2))
t.garch1 = matrix(1:nrow(return.out))
dat.garch1 = matrix(c(t.garch1,return.out),ncol=2)
dat.CvAr.garch1 = matrix(c(t.garch1,CvAr1.garch.out),ncol=2)
lines(CvAr1.garch.out,col="blue3",lwd=1)
exceed.garch1 = matrix(dat.garch1[dat.CvAr.garch1[,2]<dat.garch1[,2]],ncol=2)
points(exceed.garch1,col="red",cex=1,lwd=2,pch=19)
lines(CvAr.garch.out,col="green3",lwd=1)
exceed.garch = matrix(dat.garch[dat.CvAr.garch[,2]>dat.garch[,2]],ncol=2)
points(exceed.garch,col="red",cex=1,lwd=2,pch=19)
#data CvAr dan Durasi
a=cbind(CvAr.WIKa,CvAr1.WIKa)
b=cbind(loss.garchCvArWIKa,prof.garchCvArWIKa)
write.zoo(a,"CvAr WIKa AG 250.txt", sep="\t")
write.zoo(b,"Dur CvAr WIKa AG 250.txt", sep="\t")

```

Lampiran 19 (a) Sintaksis R Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX WIKa

```

X=cbind(returnIHSG, kursx)
#ARMAX WIKa
library(rugarch)
spec.WIKAX=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(1,0), include.mean=TRUE,external.regressors=X),
variance.model=list(garchOrder=c(0,0)),distribution.model="norm")
garch.fitWIKAX=ugarchfit(spec=spec.WIKAX,data=returnWIKa,solver="nloptr")
garch.fitWIKAX

```

```
spec.WIKAX=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(0,1), include.mean=TRUE, external.regressors=X),
  variance.model=list(garchOrder=c(0,0)), distribution.model="norm")
garch.fitWIKAX=ugarchfit(spec=spec.WIKAX, data=returnWIKAX, solver="nloptr")
garch.fitWIKAX
spec.WIKAX=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(1,1), include.mean=TRUE, external.regressors=X),
  variance.model=list(garchOrder=c(0,0)), distribution.model="norm")
garch.fitWIKAX=ugarchfit(spec=spec.WIKAX, data=returnWIKAX, solver="nloptr")
garch.fitWIKAX
```

Lampiran 19 (b) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX(0,1,2) WIKA

```
*-----*
*          GARCH Model Fit          *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(0,0)
Mean Model       : ARFIMA(0,0,1)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      -0.000357   0.000000   -44723.8     0
ma1      0.013145   0.000006    2358.0     0
mxreg1    1.686335   0.000059   28430.2     0
mxreg2   -0.759592   0.000322   -2357.2     0
omega     0.000000   0.000000     0.0       1

Robust Standard Errors:
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      -0.000357   0.000667   -0.53509   0.59259
ma1      0.013145   0.019254   0.68271   0.49479
mxreg1    1.686335   4.958705   0.34008   0.73380
mxreg2   -0.759592   0.876376   -0.86674   0.38608
omega     0.000000   0.006075   0.00000   1.00000

LogLikelihood : -40028.04
Information Criteria
-----

Akaike          72.721
Bayes           72.744
Shibata         72.721
Hannan-Quinn    72.730
```

Lampiran 19 (c) Hasil Uji *White Noise* ARMAX(0,1,2) WIKA

```
Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals
-----
              statistic   p-value
Lag[1]              0.183 0.668824
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2] 4.211 0.002691
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5] 8.247 0.006061
d.o.f=1
H0 : No serial correlation
```

Lampiran 20 (a) Sintaksis R Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX WSKT

```
X=cbind(returnIHSG, kursx)
#ARMAX WSKT
library(rugarch)
spec.WSKT=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(1,0), include.mean=TRUE, external.regressors=X),
  variance.model=list(garchOrder=c(0,0)), distribution.model="norm")
garch.fitWSKT=ugarchfit(spec=spec.WSKT, data=returnWSKT, solver="nloptr")
garch.fitWSKT
```

```
spec.WSKTX=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(0,1), include.mean=TRUE, external.regressors=X),
variance.model=list(garchOrder=c(0,0)), distribution.model="norm")
garch.fitWSKTX=ugarchfit(spec=spec.WSKTX, data=returnWSKTX, solver="nloptr")
garch.fitWSKTX
spec.WSKTX=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(1,1), include.mean=TRUE, external.regressors=X),
variance.model=list(garchOrder=c(0,0)), distribution.model="norm")
garch.fitWSKTX=ugarchfit(spec=spec.WSKTX, data=returnWSKTX, solver="nloptr")
garch.fitWSKTX
```

Lampiran 20 (b) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX(1,0,2) WSKT

```
*-----*
*          GARCH Model Fit          *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(0,0)
Mean Model       : ARFIMA(1,0,0)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
mu      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
ar1     0.020152  0.000003  6522.4    0
mxreg1  -0.482839  0.000111  -4355.7    0
mxreg2  1.436608  0.000157   9172.9    0
omega   -0.239482  0.000027  -8731.2    0
omega    0.000000  0.000000    0.0      1

Robust Standard Errors:
-----
mu      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
ar1     0.020152  0.102223  0.19714  0.84372
mxreg1  -0.482839  3.667589 -0.13165  0.89526
mxreg2  1.436608  5.181617  0.27725  0.78159
omega   -0.239482  0.907480 -0.26390  0.79186
omega    0.000000  0.003131  0.00000  1.00000

LogLikelihood : -40028.68

Information Criteria
-----
Akaike      72.722
Bayes       72.745
Shibata     72.722
Hannan-Quinn 72.731
```

Lampiran 20 (c) Hasil Uji *White Noise* ARMAX(1,0,2) WSKT

```
Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals
-----
Lag[1]          statistic p-value
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2] 169.7    0
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5] 169.7    0
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5] 172.1    0
d.o.f=1
H0 : No serial correlation
```

Lampiran 21 (a) Sintaksis R Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX ADHI

```
X=cbind(returnIHSG, kursx)
#ARMAX ADHI
library(rugarch)
spec.ADHI=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(1,0), include.mean=TRUE, external.regressors=X),
variance.model=list(garchOrder=c(0,0)), distribution.model="norm")
garch.fitADHI=ugarchfit(spec=spec.ADHI, data=returnADHI, solver="nloptr")
garch.fitADHI
```

```
spec.ADHI=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(0,1), include.mean=TRUE, external.regressors=X),
  variance.model=list(garchOrder=c(0,0)), distribution.model="norm")
garch.fitADHI=ugarchfit(spec=spec.ADHI, data=returnADHI, solver="nloptr")
garch.fitADHI
spec.ADHI=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(1,1), include.mean=TRUE, external.regressors=X),
  variance.model=list(garchOrder=c(0,0)), distribution.model="norm")
garch.fitADHI=ugarchfit(spec=spec.ADHI, data=returnADHI, solver="nloptr")
garch.fitADHI
```

Lampiran 21 (b) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX(1,0,2) ADHI

```
*-----*
*          GARCH Model Fit          *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(0,0)
Mean Model       : ARFIMA(1,0,0)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate Std. Error   t value Pr(>|t|)
mu      -0.003341  0.000106   -31.428    0
ar1      1.000000  0.000001  1014226.232    0
mxreg1   1.514353  0.001318   1148.544    0
mxreg2  -0.133698  0.000249   -536.445    0
omega    0.000000  0.000000    0.000    1

Robust Standard Errors:
      Estimate Std. Error   t value Pr(>|t|)
mu      -0.003341  15.996386   -0.000209  0.99983
ar1      1.000000  0.000473  2115.468686  0.00000
mxreg1   1.514353  367.298069   0.004123  0.99671
mxreg2  -0.133698  53.432792   -0.002502  0.99800
omega    0.000000  0.043941   0.000000  1.00000

LogLikelihood : -39118.23
Information Criteria
-----

Akaike          71.069
Bayes           71.091
Shibata         71.068
Hannan-Quinn    71.077
```

Lampiran 21 (c) Hasil Uji *White Noise* ARMAX(1,0,2) ADHI

```
Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals
-----
              statistic p-value
Lag[1]              225.4      0
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2] 227.3      0
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5] 229.4      0
d.o.f=1
H0 : No serial correlation
```

Lampiran 22 (a) Sintaksis R Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX PTPP

```
X=cbind(returnIHSG, kursx)
#ARMAX PTPP
library(rugarch)
spec.PTPP=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(1,0), include.mean=TRUE, external.regressors=X),
  variance.model=list(garchOrder=c(0,0)), distribution.model="norm")
garch.fitPTPP=ugarchfit(spec=spec.PTPP, data=returnPTPP, solver="nloptr")
garch.fitPTPP

spec.PTPP=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(0,1), include.mean=TRUE, external.regressors=X),
  variance.model=list(garchOrder=c(0,0)), distribution.model="norm")
garch.fitPTPP=ugarchfit(spec=spec.PTPP, data=returnPTPP, solver="nloptr")
```

```
garch.fitPTPPX
spec.PTPPX=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(1,1), include.mean=TRUE, external.regressors=X),
  variance.model=list(garchOrder=c(0,0)), distribution.model="norm")
garch.fitPTPPX=ugarchfit(spec=spec.PTPPX, data=returnPTPP, solver="nloptr")
garch.fitPTPPX
```

Lampiran 22 (b) Hasil Uji Signifikansi Parameter Model ARMAX(0,1,2) PTPP

```
*-----*
*          GARCH Model Fit          *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model   : sGARCH(0,0)
Mean Model    : ARFIMA(0,0,1)
Distribution   : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
mu      -0.001194  0.000000  -63014.0    0
ma1      0.071700  0.000033   2168.0    0
mxreg1    1.401370  0.000782   1791.1    0
mxreg2   -0.191336  0.000107   -1791.0    0
omega     0.000000  0.000000    0.0      1

Robust Standard Errors:
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
mu      -0.001194  0.003455   -0.34550  0.72972
ma1      0.071700  0.361177    0.19852  0.84264
mxreg1    1.401370  6.722896    0.20845  0.83488
mxreg2   -0.191336  0.885222   -0.21614  0.82888
omega     0.000000  0.012786    0.00000  1.00000

LogLikelihood : -40028.03
Information Criteria
-----
Akaike          72.721
Bayes           72.744
Shibata         72.721
Hannan-Quinn    72.730
```

Lampiran 22 (c) Hasil Uji *White Noise* ARMAX(0,1,2) PTPP

```
Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals
-----
              statistic p-value
Lag[1]                0.04334  0.8351
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2] 1.88689  0.2543
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5] 3.10885  0.4044
d.o.f=1
H0 : No serial correlation
```

Lampiran 23 (a) Sintaksi R Uji *Kolmogorov Smirnov* ARMAX

```
#residualARMAX
res.WIKAX=residuals(garch.fitWIKAX)
res.WIKAX=as.numeric(res.WIKAX)

res.WSKTX=residuals(garch.fitWSKTX)
res.WSKTX=as.numeric(res.WSKTX)

res.ADHIX=residuals(garch.fitADHIX)
res.ADHIX=as.numeric(res.ADHIX)

res.PTPPX=residuals(garch.fitPTPPX)
res.PTPPX=as.numeric(res.PTPPX)

#Uji Normalitas
ks.test(res.WIKAX, "pnorm", alternative=c("two.sided"))
ks.test(res.WSKTX, "pnorm", alternative=c("two.sided"))
ks.test(res.ADHIX, "pnorm", alternative=c("two.sided"))
ks.test(res.PTPPX, "pnorm", alternative=c("two.sided"))
```

Lampiran 23 (b) Hasil Uji *Kolmogorov Smirnov* ARMAX One-sample kolmogorov-Smirnov test

```
data: res.WIKAX
D = 0.46945, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided
One-sample Kolmogorov-Smirnov test
data: res.WSKTX
```

Lampiran 23 (b) Lanjutan

```
D = 0.47686, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided
One-sample Kolmogorov-Smirnov test
```

```
data: res.ADHIX
D = 0.45472, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided
```

```
One-sample Kolmogorov-Smirnov test
```

```
data: res.PTPPX
D = 0.46851, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided
```

Lampiran 24 (a) Sintaksi R Uji *Lagrange Multiplier* (LM) ARMAX

```
#Uji Lagrange Multiplier (LM)
library(FinTS)
hasilLMX=matrix(0,10,4)
colnames(hasilLMX)=c('chi-sq WIKA','chi-sq WSKT','chi-sq ADHI','chi-sq PTPP')
for (i in 1:10)
{
  LM.WIKAX=ArchTest(res.WIKAX, lags=i)
  LM.WSKTX=ArchTest(res.WSKTX, lags=i)
  LM.ADHIX=ArchTest(res.ADHIX, lags=i)
  LM.PTPPX=ArchTest(res.PTPPX, lags=i)
  hasilLMX[i,1]=LM.WIKAX$statistic
  hasilLMX[i,2]=LM.WSKTX$statistic
  hasilLMX[i,3]=LM.ADHIX$statistic
  hasilLMX[i,4]=LM.PTPPX$statistic
}
hasilLMX
```

Lampiran 24 (b) Hasil Uji *Lagrange Multiplier* (LM) ARMAX

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]
[1,]	4.413562	107.9910	178.5440	24.86074
[2,]	13.920277	112.3013	195.3581	38.14356
[3,]	17.505009	115.3841	205.1734	65.18141
[4,]	51.155757	116.5442	204.9732	85.46680
[5,]	57.180792	117.8904	205.8799	86.66200
[6,]	57.182901	117.9306	206.9020	87.95538
[7,]	60.691704	120.0433	207.2290	87.92644
[8,]	64.426821	123.6477	207.1167	88.10578
[9,]	64.440495	128.4398	208.7716	90.39051
[10,]	64.372633	128.8813	209.4069	110.86020

Lampiran 25 Sintaksi R Plot ACF dan PACF Residual Kuadrat ARMAX

```
#ACF/PACF GARCHX
#WIKAX
win.graph()
par(mfrow=c(2,1))
acf(res.WIKAX^2, main="Residual WIKAX")
pacf(res.WIKAX^2, main="Residual WIKAX")
#WSKT
win.graph()
par(mfrow=c(2,1))
acf(res.WSKTX^2, main="Residual WSKT")
pacf(res.WSKTX^2, main="Residual WSKT")
#ADHI
win.graph()
par(mfrow=c(2,1))
acf(res.ADHIX^2, main="Residual ADHI")
pacf(res.ADHIX^2, main="Residual ADHI")
#PTPP
win.graph()
par(mfrow=c(2,1))
```

```
acf(res.PTPPX^2, main="Residual PTPP")
pacf(res.PTPPX^2, main="Residual PTPP")
```

Lampiran 26 (a) Sintaksi R Estimasi Parameter untuk Data WIKAX dengan Model ARMAX(0,1,2)-GARCHX(1,0,2), ARMAX(0,1,2)-GARCHX(0,1,2) dan ARMAX(0,1,2)-GARCHX(1,1,2)

```
library(rugarch)
spec.WIKAX=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(0,1),include.mean=TRUE,external.regressors=X),
  variance.model=list(garchOrder=c(1,0),external.regressors=X),distribution.model="norm")
garch.fitWIKAX=ugarchfit(spec=spec.WIKAX,data=returnWIKAX,solver="nloptr")
garch.fitWIKAX
spec.WIKAX=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(0,1),include.mean=TRUE,external.regressors=X),
  variance.model=list(garchOrder=c(0,1),external.regressors=X),distribution.model="norm")
garch.fitWIKAX=ugarchfit(spec=spec.WIKAX,data=returnWIKAX,solver="nloptr")
garch.fitWIKAX
spec.WIKAX=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(0,1),include.mean=TRUE,external.regressors=X),
  variance.model=list(garchOrder=c(1,1),external.regressors=X),distribution.model="norm")
garch.fitWIKAX=ugarchfit(spec=spec.WIKAX,data=returnWIKAX,solver="nloptr")
garch.fitWIKAX
```

Lampiran 26 (b) Hasil Estimasi Parameter Model ARMAX(0,1,2)-GARCHX(1,0,2) data Saham WIKAX

```
*-----*
*          GARCH Model Fit          *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(1,0)
Mean Model       : ARFIMA(0,0,1)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----

```

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
mu	0.041983	0.000016	2544.94954	0.00000
ma1	0.003820	0.000001	4568.60483	0.00000
mxreg1	1.415922	0.000403	3515.02615	0.00000
mxreg2	0.208102	0.000046	4509.29158	0.00000
omega	0.000000	0.000001	0.27115	0.78627
alpha1	1.000000	0.000221	4532.26108	0.00000
vxreg1	0.000000	0.000000	0.00000	1.00000
vxreg2	0.000000	0.000000	0.00000	1.00000

```

Robust Standard Errors:
-----

```

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
mu	0.041983	4.083793	0.010280	0.99180
ma1	0.003820	0.079928	0.047791	0.96188
mxreg1	1.415922	86.121227	0.016441	0.98688
mxreg2	0.208102	5.105354	0.040762	0.96749
omega	0.000000	0.197197	0.000001	1.00000
alpha1	1.000000	18.553750	0.053897	0.95702
vxreg1	0.000000	0.027661	0.000000	1.00000
vxreg2	0.000000	0.029973	0.000000	1.00000

```

LogLikelihood : -346.121
Information Criteria
-----
Akaike          0.64327
Bayes           0.67963
Shibata         0.64317
Hannan-Quinn    0.65703

```

Lampiran 26 (c) Hasil Estimasi Parameter Model ARMAX(0,1,2)-GARCHX(0,1,2) data Saham WIKAX

```
*-----*
*          GARCH Model Fit          *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
```



```

-----
GARCH Model      : sGARCH(0,1)
Mean Model       : ARFIMA(0,0,1)
Distribution      : norm

```

Optimal Parameters

Lampiran 26 (c) Lanjutan

```

-----
              Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu            0.000379    0.000651    0.58137   0.56099
mal          -0.003738    0.033474   -0.11166   0.91109
mxreg1       1.420736    0.068191   20.83476   0.00000
mxreg2       0.005130    0.145025    0.03537   0.97179
omega        0.000002    0.000000   1023.48187 0.00000
beta1       0.994335    0.000281   3538.65920 0.00000
vxreg1       0.000000    0.000037    0.00000   1.00000
vxreg2       0.000597    0.000335    1.78544   0.07419

```

```

Robust Standard Errors:
              Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu            0.000379    0.000616    0.615179  0.53844
mal          -0.003738    0.054830   -0.068170  0.94565
mxreg1       1.420736    0.098979   14.353972  0.00000
mxreg2       0.005130    0.163489    0.031375  0.97497
omega        0.000002    0.000000   548.484189 0.00000
beta1       0.994335    0.000406   2446.438245 0.00000
vxreg1       0.000000    0.000066    0.000000  1.00000
vxreg2       0.000597    0.000631    0.946383  0.34395

```

LogLikelihood : 2654.202

Information Criteria

```

-----
Akaike          -4.8069
Bayes           -4.7705
Shibata         -4.8070
Hannan-Quinn    -4.7932

```

Lampiran 26 (d) Hasil Estimasi Parameter Model ARMAX(0,1,2)-GARCHX(1,1,2) data Saham WIKA

```

*-----*
*          GARCH Model Fit          *
*-----*
Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(1,1)
Mean Model       : ARFIMA(0,0,1)
Distribution      : norm

```

Optimal Parameters

```

-----
              Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu            0.000608    0.000631    0.96289   0.33560
mal           0.053977    0.035204    1.53326   0.12521
mxreg1       1.378350    0.071346   19.31918   0.00000
mxreg2      -0.059119    0.133594   -0.44253   0.65811
omega        0.000005    0.000004    1.14265   0.25318
alpha1       0.034564    0.004903    7.04931   0.00000
beta1       0.953934    0.005355   178.13724   0.00000
vxreg1       0.000000    0.000453    0.00000   1.00000
vxreg2       0.001087    0.001164    0.93373   0.35044

```

```

Robust Standard Errors:
              Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu            0.000608    0.000663    0.91684   0.359224
mal           0.053977    0.043266    1.24754   0.212198
mxreg1       1.378350    0.130540   10.55884   0.000000
mxreg2      -0.059119    0.133278   -0.44358   0.657347
omega        0.000005    0.000020    0.24613   0.805577
alpha1       0.034564    0.019874    1.73917   0.082005
beta1       0.953934    0.023066   41.35688   0.000000
vxreg1       0.000000    0.001307    0.00000   1.000000
vxreg2       0.001087    0.001992    0.54585   0.585169

```

LogLikelihood : 2699.458

Information Criteria

```

-----
Akaike          -4.8873
Bayes           -4.8464
Shibata         -4.8874
Hannan-Quinn    -4.8718

```

Lampiran 26 (e) Hasil Uji *White Noise* Model ARMAX(0,1,2)-GARCHX(1,0,2) data Saham WIKA

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	1.659	0.1977
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]	1.673	0.3473
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]	1.837	0.7577

d.o.f=1
H0 : No serial correlation

Lampiran 26 (f) Hasil Uji *White Noise* Model ARMAX(0,1,2)-GARCHX(0,1,2) data Saham WIKA

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	0.0003822	0.9844019
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]	4.6677318	0.0009515
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]	8.0227564	0.0074952

d.o.f=1
H0 : No serial correlation

Lampiran 26 (g) Hasil Uji *White Noise* Model ARMAX(0,1,2)-GARCHX(1,1,2) data Saham WIKA

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	0.02781	0.8676
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]	2.33686	0.1216
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]	4.57313	0.1481

d.o.f=1
H0 : No serial correlation

Lampiran 27 (a) Sintaksi R Estimasi Parameter untuk Data WSKT dengan Model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,0,2), ARMAX(1,0,2)-GARCHX(0,1,2) dan ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,1,2)

```
library(rugarch)
spec.WSKTX=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(1,0),include.mean=TRUE,external.regressors=X),
variance.model=list(garchOrder=c(1,0),external.regressors=X),distribution.model="norm")
garch.fitWSKTX=ugarchfit(spec=spec.WSKTX,data=returnWSKT,solver="nloptr")
garch.fitWSKTX
spec.WSKTX=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(1,0),include.mean=TRUE,external.regressors=X),
variance.model=list(garchOrder=c(0,1),external.regressors=X),distribution.model="norm")
garch.fitWSKTX=ugarchfit(spec=spec.WSKTX,data=returnWSKT,solver="nloptr")
garch.fitWSKTX
spec.WSKTX=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(1,0),include.mean=TRUE,external.regressors=X),
variance.model=list(garchOrder=c(1,1),external.regressors=X),distribution.model="norm")
garch.fitWSKTX=ugarchfit(spec=spec.WSKTX,data=returnWSKT,solver="nloptr")
garch.fitWSKTX
```

Lampiran 27 (b) Hasil Estimasi Parameter Model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,0,2) data Saham WSKT

```
*          GARCH Model Fit          *
*-----*
Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(1,0)
Mean Model       : ARFIMA(1,0,0)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
```

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
mu	0.001977	0.000861	2.295462	0.021707
ar1	0.011395	0.042067	0.270867	0.786493
mxreg1	1.413232	0.060689	23.286643	0.000000

Lampiran 27 (b) Lanjutan

mxreg2	-0.002299	0.152295	-0.015093	0.987958
omega	0.000799	0.000018	43.380930	0.000000
alpha1	0.029193	0.009684	3.014386	0.002575
vxreg1	0.034752	0.000768	45.266516	0.000000
vxreg2	0.036944	0.001022	36.148718	0.000000

Robust Standard Errors:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
mu	0.001977	0.000811	2.436264	0.01484
ar1	0.011395	0.068504	0.166333	0.86789
mxreg1	1.413232	0.139907	10.101253	0.00000
mxreg2	-0.002299	0.271402	-0.008469	0.99324
omega	0.000799	0.000084	9.479124	0.00000
alpha1	0.029193	0.019008	1.535833	0.12458
vxreg1	0.034752	0.003285	10.580280	0.00000
vxreg2	0.036944	0.004398	8.400223	0.00000

LogLikelihood : 2551.477

Information Criteria

Akaike	-4.6203
Bayes	-4.5839
Shibata	-4.6204
Hannan-Quinn	-4.6065

Lampiran 27 (c) Hasil Estimasi Parameter Model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(0,1,2) data Saham WSKT

```

*-----*
*          GARCH Model Fit          *
*-----*

Conditional variance dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(0,1)
Mean Model       : ARFIMA(1,0,0)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate   Std. Error    t value  Pr(>|t|)
mu      0.001418    0.000593     2.39124  0.016792
ar1      0.011987    0.030119     0.39799  0.690640
mxreg1   1.353709    0.063422    21.34459  0.000000
mxreg2  -0.147158    0.132808    -1.10806  0.267837
omega    0.000002    0.000000     75.60037  0.000000
beta1    0.992115    0.000038   26163.45500  0.000000
vxreg1   0.000003    0.000009     0.30260  0.762192
vxreg2   0.002943    0.000063    46.60937  0.000000

Robust Standard Errors:
      Estimate   Std. Error    t value  Pr(>|t|)
mu      0.001418    0.000642     2.20906  0.02717
ar1      0.011987    0.031174     0.38452  0.70059
mxreg1   1.353709    0.114589    11.81358  0.00000
mxreg2  -0.147158    0.174282    -0.84437  0.39846
omega    0.000002    0.000000     42.38455  0.00000
beta1    0.992115    0.000063   15795.98814  0.00000
vxreg1   0.000003    0.000024    0.10847  0.91362
vxreg2   0.002943    0.000238    12.35685  0.00000

LogLikelihood : 2736.862

Information Criteria
-----
Akaike      -4.9571
Bayes      -4.9207
Shibata     -4.9572
Hannan-Quinn -4.9433

```

Lampiran 27 (d) Hasil Estimasi Parameter Model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,1,2) data Saham WSKT

```

*-----*
*          GARCH Model Fit          *
*-----*

```

Conditional Variance Dynamics

GARCH Model : sGARCH(1,1)

Lampiran 27 (d) LanjutanMean Model : ARFIMA(1,0,0)
Distribution : norm

Optimal Parameters

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
mu	0.001489	0.000598	2.4900	0.012775
ar1	0.031857	0.031481	1.0119	0.311562
mxreg1	1.278062	0.067992	18.7972	0.000000
mxreg2	-0.198358	0.128576	-1.5427	0.122895
omega	0.000007	0.000001	13.2112	0.000000
alpha1	0.030198	0.004508	6.6982	0.000000
beta1	0.950013	0.006084	156.1403	0.000000
vxreg1	0.000000	0.000619	0.0000	1.000000
vxreg2	0.002181	0.001292	1.6886	0.091299

Robust Standard Errors:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
mu	0.001489	0.000658	2.2614	0.023731
ar1	0.031857	0.028554	1.1157	0.264566
mxreg1	1.278062	0.116551	10.9657	0.000000
mxreg2	-0.198358	0.162680	-1.2193	0.222725
omega	0.000007	0.000001	8.8680	0.000000
alpha1	0.030198	0.006286	4.8038	0.000002
beta1	0.950013	0.009071	104.7317	0.000000
vxreg1	0.000000	0.000933	0.0000	1.000000
vxreg2	0.002181	0.001870	1.1661	0.243580

LogLikelihood : 2754.57

Information Criteria

Akaike	-4.9874
Bayes	-4.9465
Shibata	-4.9875
Hannan-Quinn	-4.9719

Lampiran 27 (e) Hasil Uji White Noise Model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,0,2) data Saham WSKT

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	0.03265	0.8566
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]	0.12987	0.9994
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]	1.36990	0.8771
d.o.f=1		
H0 : No serial correlation		

Lampiran 27 (f) Hasil Uji White Noise Model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(0,1,2) data Saham WSKT

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	5.916e-07	0.9994
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]	6.940e-01	0.9003
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]	2.241e+00	0.6412
d.o.f=1		
H0 : No serial correlation		

Lampiran 27 (g) Hasil Uji White Noise Model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,1,2) data Saham WSKT

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	0.004405	0.9471
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]	0.522856	0.9586
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]	1.863150	0.7504
d.o.f=1		
H0 : No serial correlation		

Lampiran 28 (a) Sintaksi R Estimasi Parameter untuk Data ADHI dengan Model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,0,2), ARMAX(1,0,2)-GARCHX(0,1,2) dan ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,1,2)

```
library(rugarch)
spec.ADHI=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(1,0),include.mean=TRUE,external.regressors=X),
variance.model=list(garchOrder=c(1,0),external.regressors=X),distribution.model="norm")
garch.fitADHI=ugarchfit(spec=spec.ADHI,data=returnADHI,solver="nloptr")
garch.fitADHI
spec.ADHI=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(1,0),include.mean=TRUE,external.regressors=X),
variance.model=list(garchOrder=c(0,1),external.regressors=X),distribution.model="norm")
garch.fitADHI=ugarchfit(spec=spec.ADHI,data=returnADHI,solver="nloptr")
garch.fitADHI
spec.ADHI=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(1,0),include.mean=TRUE,external.regressors=X),
variance.model=list(garchOrder=c(1,1),external.regressors=X),distribution.model="norm")
garch.fitADHI=ugarchfit(spec=spec.ADHI,data=returnADHI,solver="nloptr")
garch.fitADHI
```

Lampiran 28 (b) Hasil Estimasi Parameter Model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,0,2) data Saham ADHI

```
*-----*
*          GARCH Model Fit          *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(1,0)
Mean Model       : ARFIMA(1,0,0)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      0.000330    0.000777    0.42476   0.671013
ar1     0.058536    0.035985    1.62666   0.103810
mxreg1   1.524591    0.077388    19.70051   0.000000
mxreg2  -0.427203    0.164412   -2.59837   0.009367
omega    0.000547    0.000029   18.70655   0.000000
alpha1   0.101906    0.038713    2.63231   0.008481
vxreg1   0.004856    0.001529    3.17596   0.001493
vxreg2   0.000000    0.006465    0.00000   1.000000

Robust Standard Errors:
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      0.000330    0.000781    0.42287   0.672390
ar1     0.058536    0.037297    1.56947   0.116537
mxreg1   1.524591    0.119390   12.76987   0.000000
mxreg2  -0.427203    0.177927   -2.40100   0.016350
omega    0.000547    0.000067    8.11098   0.000000
alpha1   0.101906    0.067716    1.50491   0.132348
vxreg1   0.004856    0.002527    1.92189   0.054619
vxreg2   0.000000    0.011365    0.00000   1.000000

LogLikelihood : 2536.802

Information Criteria
-----
Akaike      -4.5936
Bayes       -4.5573
Shibata     -4.5938
Hannan-Quinn -4.5799
```

Lampiran 28 (c) Hasil Estimasi Parameter Model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(0,1,2) data Saham ADHI

```
*-----*
*          GARCH Model Fit          *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
```

```

-----
GARCH Model      : sGARCH(0,1)
Mean Model      : ARFIMA(1,0,0)
Distribution     : norm

```

Lampiran 28 (c) Lanjutan

```

-----
Optimal Parameters
-----
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      0.000438     0.000752     0.58183   0.560681
ar1      0.038668     0.030179     1.28128   0.200097
mxreg1   1.456010     0.076295    19.08393   0.000000
mxreg2  -0.392729     0.162774    -2.41273   0.015833
omega    0.000002     0.000000    8640.03421 0.000000
beta1    0.994527     0.000246   4035.93541 0.000000
vxreg1   0.000000     0.000037     0.00000   1.000000
vxreg2   0.001520     0.000352     4.31153   0.000016

Robust Standard Errors:
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      0.000438     0.000746     0.58677   0.557356
ar1      0.038668     0.034931     1.10698   0.268302
mxreg1   1.456010     0.110076    13.27277   0.000000
mxreg2  -0.392729     0.169853    -2.31217   0.020768
omega    0.000002     0.000000   2266.73668 0.000000
beta1    0.994527     0.000435   2286.00767 0.000000
vxreg1   0.000000     0.000070     0.00000   1.000000
vxreg2   0.001520     0.000670     2.26769   0.023348

LogLikelihood : 2532.34

Information Criteria
-----
Akaike          -4.5855
Bayes           -4.5492
Shibata         -4.5856
Hannan-Quinn   -4.5718

```

Lampiran 28 (d) Hasil Estimasi Parameter Model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,1,2) data Saham ADHI

```

-----*-----
*          GARCH Model Fit          *
*-----*-----

Conditional variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(1,1)
Mean Model      : ARFIMA(1,0,0)
Distribution     : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      0.000554     0.000726     0.762803   0.445581
ar1      0.037446     0.032677     1.145936   0.251821
mxreg1   1.452783     0.081121    17.908903   0.000000
mxreg2  -0.479761     0.160615    -2.987017   0.002817
omega    0.000021     0.000006     3.406831   0.000657
alpha1   0.033664     0.011490     2.929924   0.003390
beta1    0.931106     0.023093    40.319800   0.000000
vxreg1   0.000000     0.000422     0.000000   1.000000
vxreg2   0.000190     0.002006     0.094842   0.924440

Robust Standard Errors:
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      0.000554     0.000851     0.650754   0.515205
ar1      0.037446     0.036539     1.024823   0.305447
mxreg1   1.452783     0.118480    12.261880   0.000000
mxreg2  -0.479761     0.174235    -2.753535   0.005896
omega    0.000021     0.000019     1.119526   0.262916
alpha1   0.033664     0.033694     0.999122   0.317735
beta1    0.931106     0.058311    15.967936   0.000000
vxreg1   0.000000     0.002464     0.000000   1.000000
vxreg2   0.000190     0.003396     0.056021   0.955325

LogLikelihood : 2548.104

Information Criteria
-----
Akaike          -4.6124
Bayes           -4.5715

```

Shibata -4.6125
Hannan-Quinn -4.5969

Lampiran 28 (e) Hasil Uji *White Noise* Model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,0,2) data Saham ADHI

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	0.002245	0.9622
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]	0.959687	0.7639
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]	2.080022	0.6882
d.o.f=1		
H0 : No serial correlation		

Lampiran 28 (f) Hasil Uji *White Noise* Model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(0,1,2) data Saham ADHI

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	0.005353	0.9417
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]	1.193582	0.6203
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]	2.609172	0.5355
d.o.f=1		
H0 : No serial correlation		

Lampiran 28 (g) Hasil Uji *White Noise* Model ARMAX(1,0,2)-GARCHX(1,1,2) data Saham ADHI

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	0.4171	0.5184
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]	1.4133	0.4866
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]	3.0667	0.4147
d.o.f=1		
H0 : No serial correlation		

Lampiran 29 (a) Sintaksi R Estimasi Parameter untuk Data PTPP dengan Model ARMAX(0,1,2)-GARCHX(1,0,2), ARMAX(0,1,2)-GARCHX(0,1,2) dan ARMAX(0,1,2)-GARCHX(1,1,2)

```
library(rugarch)
spec.PTPPX=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(0,1),include.mean=TRUE,external.regressors=X),
variance.model=list(garchOrder=c(1,0),external.regressors=X),distribution.model="norm")
garch.fitPTPPX=ugarchfit(spec=spec.PTPPX,data=returnPTPP,solver="nloptr")
garch.fitPTPPX
spec.PTPPX=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(0,1),include.mean=TRUE,external.regressors=X),
variance.model=list(garchOrder=c(0,1),external.regressors=X),distribution.model="norm")
garch.fitPTPPX=ugarchfit(spec=spec.PTPPX,data=returnPTPP,solver="nloptr")
garch.fitPTPPX
spec.PTPPX=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(0,1),include.mean=TRUE,external.regressors=X),
variance.model=list(garchOrder=c(1,1),external.regressors=X),distribution.model="norm")
garch.fitPTPPX=ugarchfit(spec=spec.PTPPX,data=returnPTPP,solver="nloptr")
garch.fitPTPPX
```

Lampiran 29 (b) Hasil Estimasi Parameter Model ARMAX(0,1,2)-GARCHX(1,0,2) data Saham PTPP

```
*-----*
*          GARCH Model Fit          *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(1,0)
Mean Model       : ARFIMA(0,0,1)
Distribution      : norm
```

Optimal Parameters

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
mu	0.048768	0.000004	12170.186	0
mal	-0.243466	0.000002	-121854.096	0

Lampiran 29 (b) Lanjutan

mxreg1	1.881558	0.013723	137.113	0
mxreg2	-0.513975	0.011195	-45.911	0
omega	0.000040	0.000002	20.531	0
alpha1	1.000000	0.001198	834.986	0
vxreg1	0.063576	0.000166	381.878	0
vxreg2	0.022047	0.001308	16.852	0

Robust Standard Errors:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
mu	0.048768	0.000007	6900.3785	0
mal	-0.243466	0.000004	-66684.5356	0
mxreg1	1.881558	0.020298	92.6979	0
mxreg2	-0.513975	0.026691	-19.2563	0
omega	0.000040	0.000007	6.0802	0
alpha1	1.000000	0.002799	357.3075	0
vxreg1	0.063576	0.000401	158.4216	0
vxreg2	0.022047	0.002761	7.9853	0

LogLikelihood : 1208.705

Information Criteria

Akaike	-2.1811
Bayes	-2.1448
Shibata	-2.1812
Hannan-Quinn	-2.1674

Lampiran 29 (c) Hasil Estimasi Parameter Model ARMAX(0,1,2)-GARCHX(0,1,2) data Saham PTTP

* GARCH Model Fit *

Conditional Variance Dynamics

GARCH Model : sGARCH(0,1)

Mean Model : ARFIMA(0,0,1)

Distribution : norm

Optimal Parameters

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
mu	0.001161	0.000690	1.68181	0.092605
mal	0.080553	0.031510	2.55641	0.010576

Lampiran 29 (c) Lanjutan

mxreg1	1.372558	0.067153	20.43913	0.000000
mxreg2	-0.141462	0.141722	-0.99817	0.318198
omega	0.000002	0.000000	712.21417	0.000000
beta1	0.993789	0.000391	2541.46159	0.000000
vxreg1	0.000000	0.000108	0.00000	1.000000
vxreg2	0.000758	0.000399	1.90019	0.057408

Robust Standard Errors:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
mu	0.001161	0.000715	1.62261	0.104674
mal	0.080553	0.043690	1.84373	0.065223
mxreg1	1.372558	0.110307	12.44306	0.000000
mxreg2	-0.141462	0.179508	-0.78806	0.430663
omega	0.000002	0.000000	330.52270	0.000000
beta1	0.993789	0.000677	1467.21872	0.000000
vxreg1	0.000000	0.000239	0.00000	1.000000
vxreg2	0.000758	0.000889	0.85293	0.393700

LogLikelihood : 2664.772

Information Criteria

Akaike	-4.8261
Bayes	-4.7897
Shibata	-4.8262
Hannan-Quinn	-4.8124

Lampiran 29 (d) Hasil Estimasi Parameter Model ARMAX(0,1,2)-GARCHX(1,1,2) data Saham PTPP

```

*-----*
*               GARCH Model Fit               *
*-----*

Conditional Variance Dynamics
-----
GARCH Model      : sGARCH(1,1)
Mean Model       : ARFIMA(0,0,1)
Distribution      : norm

Optimal Parameters
-----
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      0.000980    0.000604    1.62291   0.104610
ma1     0.086041    0.034504    2.49363   0.012644
mxreg1  1.229258    0.067884   18.10831   0.000000
mxreg2 -0.116228    0.121952   -0.95307   0.340556
omega   0.000009    0.000002    4.06073   0.000049
alpha1  0.076896    0.014464    5.31630   0.000000
beta1   0.905611    0.014269   63.46498   0.000000
vxreg1  0.000000    0.000614    0.00000   1.000000
vxreg2  0.000837    0.001356    0.61715   0.537133

Robust Standard Errors:
      Estimate   Std. Error   t value   Pr(>|t|)
mu      0.000980    0.000602    1.62864   0.103388
ma1     0.086041    0.037314    2.30589   0.021117
mxreg1  1.229258    0.102644   11.97595   0.000000
mxreg2 -0.116228    0.135381   -0.85853   0.390601
omega   0.000009    0.000004    2.17727   0.029460
alpha1  0.076896    0.021426    3.58894   0.000332
beta1   0.905611    0.024150   37.49981   0.000000
vxreg1  0.000000    0.000984    0.00000   1.000000
vxreg2  0.000837    0.001903    0.43979   0.660090

LogLikelihood : 2748.213

Information Criteria
-----
Akaike          -4.9759
Bayes           -4.9350
Shibata         -4.9760
Hannan-Quinn    -4.9604

```

Lampiran 29 (e) Hasil Uji White Noise Model ARMAX(0,1,2)-GARCHX(1,0,2) data Saham PTPP

```

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

              statistic   p-value
Lag[1]              32.60  1.133e-08
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]  33.70  0.000e+00
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]  38.94  0.000e+00
d.o.f=1
H0 : No serial correlation

```

Lampiran 29 (f) Hasil Uji White Noise Model ARMAX(0,1,2)-GARCHX(0,1,2) data Saham PTPP

```

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

              statistic   p-value
Lag[1]              0.01801  0.8932
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]  1.56768  0.4007
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]  2.64673  0.5251
d.o.f=1
H0 : No serial correlation

```

Lampiran 29 (g) Hasil Uji *White Noise* Model ARMAX(0,1,2)-GARCHX(1,1,2) data Saham PTPP

Weighted Ljung-Box Test on Standardized Residuals

	statistic	p-value
Lag[1]	0.03618	0.8491
Lag[2*(p+q)+(p+q)-1][2]	1.00652	0.7360
Lag[4*(p+q)+(p+q)-1][5]	2.10137	0.6820

d.o.f=1
H0 : No serial correlation

Lampiran 30 Sintaksi R Estimasi VaR ARMAX-GARCHX

```
#Estimasi VaR Moving Window
library(tseries)
n = length(returnWIKAX)
x1=matrix(returnIHSG)
x2=matrix(kursx)

#WIKAX Window 250 → Diganti untuk masing-masing perusahaan
window = 250
alpha = 0.05
z.alpha = qnorm(alpha, 0, 1)
z.alpha1 = qnorm(1-alpha, 0, 1)
n=length(returnWIKAX)
loss.garchWIKAX = rep(0,n)
prof.garchWIKAX = rep(0,n)
VaR.garchWIKAX=rep(0,n)
VaR.garchWIKAX1X=rep(0,n)

#Risk
for (i in window:(n-1))
{
  library(rugarch)
  spec.WIKAX=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(0,1),include.mean=TRUE,external.regressors=NULL),
                        variance.model=list(garchOrder=c(1,0),
                        external.regressors=x2),distribution.model="norm")
  modelgarch.fitWIKAX=ugarchfit(spec=spec.WIKAX,data=returnWIKAX[(i-window+1):i],solver="nloptr")→ order
ARMAX-GARCHX disesuaikan model terbatik tiap perusahaan
  mean.garchx = 0
  sd.garchx = sigma(modelgarch.fitWIKAX)[window]
  VaR.garchWIKAX[i+1] = mean.garchx+(sd.garchx*z.alpha)
  if(VaR.garchWIKAX[i+1] > returnWIKAX[i+1]) loss.garchWIKAX[i+1]=1
}
ES.garchWIKAX = sum(loss.garchWIKAX)/(n-window)
return.outx = matrix (returnWIKAX[(window+1):n], ncol=1)
VaR.garch.outx = matrix(VaR.garchWIKAX[(window+1):n], ncol=1)
```

Lampiran 30 Lanjutan

```
#Profit
for (i in window:(n-1))
{
  library(rugarch)
  spec.WIKAX=ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(0,1),include.mean=TRUE,external.regressors=NULL),
                        variance.model=list(garchOrder=c(1,0),
                        external.regressors=x2),distribution.model="norm")
  modelgarch.fitWIKAX=ugarchfit(spec=spec.WIKAX,data=returnWIKAX[(i-window+1):i],solver="nloptr")
  mean.garchx = 0
  sd.garchx = sigma(modelgarch.fitWIKAX)[window]
  VaR.garchWIKAX1X[i+1] = mean.garchx+(sd.garchx*z.alpha1)
  if(VaR.garchWIKAX1X[i+1] < returnWIKAX[i+1]) prof.garchWIKAX[i+1]=1
}

ES.garchWIKAX1X = sum(prof.garchWIKAX)/(n-window)
VaR.garch.out1x = matrix(VaR.garchWIKAX1X[(window+1):n], ncol=1)
win.graph()
plot(return.outx, col="black", ylim=c(-0.6, 0.6), ylab="Return", xlab="Time")
t.garch1x = matrix(1:nrow(return.outx))
dat.garch1x = matrix(c(t.garch1x, return.outx), ncol=2)
dat.VaR.garch1x = matrix(c(t.garch1x, VaR.garch.out1x), ncol=2)
lines(VaR.garch.out1x, col="blue", lwd=1)
exceed.garch1x = matrix(dat.garch1x[dat.VaR.garch1x[,2]<dat.garch1x[,2]], ncol=2)
points(exceed.garch1x, col="red", cex=0.5, lwd=1, pch=19)
```

Lampiran 30 Lanjutan

```
t.garchx = matrix(1:nrow(return.outx))
dat.garchx = matrix(c(t.garchx, return.outx), ncol=2)
dat.vaR.garchx = matrix(c(t.garch, vaR.garch.outx), ncol=2)
lines(vaR.garch.outx, col="green3", lwd=1)
exceed.garchx = matrix(dat.garchx[dat.vaR.garchx[,2]>dat.garchx[,2]], ncol=2)
points(exceed.garchx, col="red", cex=0.5, lwd=1, pch=19)
#Data VaR dan Durasi
a=cbind(vaR.garchWIKAX, vaR.garchWIKALX)
b=cbind(loss.garchWIKAX, prof.garchWIKAX)
write.zoo(a, "vaR WIKAX AG 250.txt", sep="\t")
write.zoo(b, "dur WIKAX AG 250.txt", sep="\t")
```

Lampiran 31 Sintaksi R Estimasi CVaR ARMAX-GARCHX

```
#CVaRX
#data 250→Sudah termasuk semua data
garchWIKAX250=read.csv("VaR WIKAX AG 250.txt", sep="\t", header=TRUE)
garchWSKTX250=read.csv("VaR WSKTX AG 250.txt", sep="\t", header=TRUE)
garchADHIX250=read.csv("VaR ADHIX AG 250.txt", sep="\t", header=TRUE)
garchPTPPX250=read.csv("VaR PTPPX AG 250.txt", sep="\t", header=TRUE)
#loss data 250
vaR.garchWIKAX250=garchWIKAX250[, 2]
vaR.garchWIKAX250=vaR.garchWIKAX250[251:n]
vaR.garchWSKTX250=garchWSKTX250[, 2]
vaR.garchWSKTX250=vaR.garchWSKTX250[251:n]
vaR.garchADHIX250=garchADHIX250[, 2]
vaR.garchADHIX250=vaR.garchADHIX250[251:n]
vaR.garchPTPPX250=garchPTPPX250[, 2]
vaR.garchPTPPX250=vaR.garchPTPPX250[251:n]
#profit data 250
vaR.garchlWIKAX250=garchWIKAX250[, 3]
vaR.garchlWIKAX250=vaR.garchlWIKAX250[251:n]
vaR.garchlWSKTX250=garchWSKTX250[, 3]
vaR.garchlWSKTX250=vaR.garchlWSKTX250[251:n]
vaR.garchlADHIX250=garchADHIX250[, 3]
vaR.garchlADHIX250=vaR.garchlADHIX250[251:n]
vaR.garchlPTPPX250=garchPTPPX250[, 3]
vaR.garchlPTPPX250=vaR.garchlPTPPX250[251:n]

#data return 250
#WIKa
returnWIKa=read.csv("WIKa.return.txt", sep="\t", header=F)
returnWIKa=returnWIKa[, 2]
returnWIKaCVaR=returnWIKa[251:n]
t=length(vaR.garchADHIX250)
library(quantreg)

#window 250 WIKa
window = 250
loss.garchCVaRWIKa=rep(0, (t-window))
CVaRX.WIKa=rep(0, (t-window))

#loss
for (i in window:(t-1))
{
  reg=rq(returnWIKaCVaR[(i-window+1):i]~vaR.garchWSKTX250[(i-window+1):i]
    +vaR.garchADHIX250[(i-window+1):i]+vaR.garchPTPPX250[(i-
window+1):i], tau=0.05)$fitted.values→disesuaikan dengan VaR perusahaan
  CVaRX.WIKa[(i-window)+1]=reg
  if (CVaRX.WIKa[(i-window)+1]>returnWIKaCVaR[i+1])
    loss.garchCVaRWIKa[(i-window)+1]=1
}
ES.garchCVaRWIKa=sum(loss.garchCVaRWIKa)/(t-window)
win.graph()
return.out = matrix(returnWIKaCVaR[(window+1):t], ncol=1)
CVaRX.garch.out = matrix(CVaRX.WIKa[1:(t-window)], ncol=1)
#profit
prof.garchCVaRWIKa=rep(0, (t-window))
CVaRXl.WIKa=rep(0, (t-window))
for (i in window:(t-1))
{
  reg=rq(returnWIKaCVaR[(i-window+1):i]~vaR.garchlWSKTX250[(i-window+1):i]
    +vaR.garchlADHIX250[(i-window+1):i]+vaR.garchlPTPPX250[(i-
window+1):i], tau=0.95)$fitted.values→disesuaikan dengan VaR perusahaan
  CVaRXl.WIKa[(i-window)+1]=reg
  if (CVaRXl.WIKa[(i-window)+1]<returnWIKaCVaR[i+1])
    prof.garchCVaRWIKa[(i-window)+1]=1
}
```

Lampiran 31 Lanjutan

```

}
ES.garchCvaRX1WIKa=sum(prof.garchCvaRXWIKa)/(t-window)
win.graph()
return.out = matrix(returnWIKaCvaRX[(window+1):t],ncol=1)
CvaRX1.garch.out = matrix(CvaRX1.WIKa[1:(t-window)],ncol=1)
plot(return.out,col="black",ylab="Return",xlab="Time",ylim=c(-0.2,0.2))
t.garch1 = matrix(1:nrow(return.out))
dat.garch1 = matrix(c(t.garch1,return.out),ncol=2)
dat.cvaRX.garch1 = matrix(c(t.garch1,CvaRX1.garch.out),ncol=2)
lines(CvaRX1.garch.out,col="blue3",lwd=1)
exceed.garch1 = matrix(dat.garch1[dat.cvaRX.garch1[,2]<dat.garch1[,2]],ncol=2)
points(exceed.garch1,col="red",cex=1,lwd=2,pch=19)
lines(CvaRX.garch.out,col="green3",lwd=1)
exceed.garch = matrix(dat.garch[dat.cvaRX.garch[,2]>dat.garch[,2]],ncol=2)
points(exceed.garch,col="red",cex=1,lwd=2,pch=19)

#Data CvaRX dan Durasi
a=cbind(CvaRX.WIKa,CvaRX1.WIKa)
b=cbind(loss.garchCvaRXWIKa,prof.garchCvaRXWIKa)
write.zoo(a,"CvaRX WIKa AG 250.txt",sep="\t")
write.zoo(b,"dur CvaRX WIKa AG 250.txt",sep="\t")

```

Lampiran 32 Sintaksi R *Duration Test* VaR ARMA-GARCH

```

#Duration ARMA-GARCH New
#data 250 window → disesuaikan dengan window
garchWIKa250=read.csv("VaR WIKa AG 250.txt", sep="\t", header=TRUE)
garchWSKT250=read.csv("VaR WSKT AG 250.txt", sep="\t", header=TRUE)
garchADHI250=read.csv("VaR ADHI AG 250.txt", sep="\t", header=TRUE)
garchPTPP250=read.csv("VaR PTPP AG 250.txt", sep="\t", header=TRUE)

#loss data
VaR.garchWIKa250=garchWIKa250[,2]
VaR.garchWIKa250=VaR.garchWIKa250[251:n]
VaR.garchWSKT250=garchWSKT250[,2]
VaR.garchWSKT250=VaR.garchWSKT250[251:n]
VaR.garchADHI250=garchADHI250[,2]
VaR.garchADHI250=VaR.garchADHI250[251:n]
VaR.garchPTPP250=garchPTPP250[,2]
VaR.garchPTPP250=VaR.garchPTPP250[251:n]

#profit data
VaR.garchIWIKa250=garchWIKa250[,3]
VaR.garchIWIKa250=VaR.garchIWIKa250[251:n]
VaR.garchIWSKT250=garchWSKT250[,3]
VaR.garchIWSKT250=VaR.garchIWSKT250[251:n]
VaR.garchIADHI250=garchADHI250[,3]
VaR.garchIADHI250=VaR.garchIADHI250[251:n]
VaR.garchIPTPP250=garchPTPP250[,3]
VaR.garchIPTPP250=VaR.garchIPTPP250[251:n]

#LOSS
#250 window

#250 loss WIKa → disesuaikan untuk perusahaan lain
lossVaRWIKa250 = ifelse(returnWIKa[251:n] < VaR.garchWIKa250, 1, 0)
N = sum(lossVaRWIKa250)
TN = length(lossVaRWIKa250)
D = diff(which(lossVaRWIKa250 == 1))
C = rep(0, length(D))
if (lossVaRWIKa250[1] == 0) {
  C = c(1, C)
}
D = c(which(lossVaRWIKa250 == 1)[1], D)
}
if (lossVaRWIKa250[TN] == 0) {
  C = c(C, 1)
  D = c(D, TN - tail(which(lossVaRWIKa250 == 1), 1))
}
N = length(D)

#VarDurTest
ujiWIKa250=varDurTest(0.05, returnWIKa[251:n], VaR.garchWIKa250)
print(ujiWIKa250)
b=ujiWIKa250$b
#menghitung parameter a pada weibull
bwIKA = b
aWIKa = ((N - C[1] - C[N])/(sum(D^bwIKA)))^(1/bwIKA)
aWIKa

```

Lampiran 32 Lanjutan

```
#Plot weibull LOSS 250 window
k=seq(0,1, by=0.1)
weib=dweibull(k, aWIKa,bWIKa)
win.graph()
plot(weib, type="l", lwd=2, ylim=c(0.02, 0.20))
weib1=dweibull(k, aWSKT,bWSKT)
weib2=dweibull(k, aADHI,bADHI)
weib3=dweibull(k, aPTPP,bPTPP)
lines(weib1, type="l", lwd=2, col="red2")
lines(weib2, type="l", lwd=2, col="green2")
lines(weib3, type="l", lwd=2, col="blue2")
legend(8,0.2, c("WIKa.JK", "WSKT.JK", "ADHI.JK", "PTPP.JK"), lwd=1, col=c("black", "red2", "green2",
"blue2"), bg="white")

#PROFIT
#250 window → disesuaikan dengan window
#250 prof WIKa → disesuaikan untuk perusahaan lain
profVaRWIKa250 = ifelse(-returnWIKa[251:n] < -VaR.garchIWIKa250, 1, 0)
N = sum(profVaRWIKa250)
TN = length(profVaRWIKa250)
D = diff(which(profVaRWIKa250 == 1))
C = rep(0, length(D))
if (profVaRWIKa250[1] == 0) {
  C = c(1, C)
  D = c(which(profVaRWIKa250 == 1)[1], D)
}
if (profVaRWIKa250[TN] == 0) {
  C = c(C, 1)
  D = c(D, TN - tail(which(profVaRWIKa250 == 1), 1))
}
N = length(D)

#VarDurTest
ujiWIKa250=VarDurTest(0.05, -returnWIKa[251:n], -VaR.garchIWIKa250)
print(ujiWIKa250)
b=ujiWIKa250$b
#menghitung parameter a pada weibull
bWIKa = b
aWIKa = ((N - C[1] - C[N])/(sum(D^bWIKa))))^(1/bWIKa)

#Plot weibull prof 250 window
k=seq(0,1, by=0.1)
weib=dweibull(k, aWIKa,bWIKa)
win.graph()
plot(weib, type="l", lwd=2, ylim=c(0.02, 0.20))
weib1=dweibull(k, aWSKT,bWSKT)
weib2=dweibull(k, aADHI,bADHI)
weib3=dweibull(k, aPTPP,bPTPP)
lines(weib1, type="l", lwd=2, col="red2")
lines(weib2, type="l", lwd=2, col="green2")
lines(weib3, type="l", lwd=2, col="blue2")
legend(8,0.2, c("WIKa.JK", "WSKT.JK", "ADHI.JK", "PTPP.JK"), lwd=1, col=c("black", "red2", "green2",
"blue2"), bg="white")
```

Lampiran 33 Sintaksi R Duration Test CVaR ARMA-GARCH

```
#data 250 window → disesuaikan dengan window
garchWIKa250=read.csv("CVaR WIKa AG 250.txt", sep="\t", header=TRUE)
garchWSKT250=read.csv("CVaR WSKT AG 250.txt", sep="\t", header=TRUE)
garchADHI250=read.csv("CVaR ADHI AG 250.txt", sep="\t", header=TRUE)
garchPTPP250=read.csv("CVaR PTPP AG 250.txt", sep="\t", header=TRUE)
#loss data
VaR.garchWIKa250=garchWIKa250[,2]
VaR.garchWSKT250=garchWSKT250[,2]
VaR.garchADHI250=garchADHI250[,2]
VaR.garchPTPP250=garchPTPP250[,2]
#profit data
VaR.garchIWIKa250=garchWIKa250[,3]
VaR.garchIWSKT250=garchWSKT250[,3]
VaR.garchIADHI250=garchADHI250[,3]
VaR.garchIPTPP250=garchPTPP250[,3]
#data return
#WIKa
returnWIKa1=read.csv("WIKa.return.txt", sep="\t", header=F)
returnWIKa1=returnWIKa1[,2]
returnWIKaCvaR=returnWIKa1[251:n]
#WSKT
returnWSKT=read.csv("WSKT.return.txt", sep="\t", header=F)
returnWSKT=returnWSKT[,2]
returnWSKTCvaR=returnWSKT[251:n]
```

Lampiran 33 Lanjutan

```
#ADHI
returnADHI=read.csv("ADHI.return.txt", sep="\t", header=F)
returnADHI=returnADHI[,2]
returnADHICVaR=returnADHI[251:n]
#PTPP
returnPTPP=read.csv("PTPP.return.txt", sep="\t", header=F)
returnPTPP=returnPTPP[,2]
returnPTPPCvAR=returnPTPP[251:n]
t=length(VaR.garchWIKa250)
t1=length(returnWIKaCvAR)
250 loss WIKa → disesuaikan untuk perusahaan lain
lossVaRWIKa250 = ifelse(returnWIKaCvAR[251:t1] < VaR.garchWIKa250, 1, 0)
N = sum(lossVaRWIKa250)
TN = length(lossVaRWIKa250)
D = diff(which(lossVaRWIKa250 == 1))
C = rep(0, length(D))
if (lossVaRWIKa250[1] == 0) {
  C = c(1, C)
  D = c(which(lossVaRWIKa250 == 1)[1], D)
}
if (lossVaRWIKa250[TN] == 0) {
  C = c(C, 1)
  D = c(D, TN - tail(which(lossVaRWIKa250 == 1), 1))
}
N = length(D)
#VarDurTest
ujiWIKa250=varDurTest(0.05, returnWIKa[251:t1], VaR.garchWIKa250, conf.level = 0.95)
print(ujiWIKa250)
b=ujiWIKa250$b
#menghitung parameter a pada weibull
bwIKA = b
aWIKa = ((N - C[1] - C[N])/(sum(D^bwIKA)))^(1/bwIKA)
aWIKa
#Plot weibull loss 250 window
k=seq(0,1, by=0.1)
weib=dweibull(k, aWIKa,bwIKA)
win.graph()
plot(weib, type="l", lwd=2, ylim=c(0.02, 0.60))
weib1=dweibull(k, aWSKT,bWSKT)
weib2=dweibull(k, aADHI,bADHI)
weib3=dweibull(k, aPTPP,bPTPP)
lines(weib1, type="l", lwd=2, col="red2")
lines(weib2, type="l", lwd=2, col="green2")
lines(weib3, type="l", lwd=2, col="blue2")
legend(8,0.6, c("WIKa.JK", "WSKT.JK", "ADHI.JK", "PTPP.JK"), lwd=1, col=c("black", "red2", "green2", "blue2"), bg="white")

#250 prof WIKa → disesuaikan untuk perusahaan lain
profVaRWIKa250 = ifelse(-returnWIKaCvAR[251:t1] < -VaR.garchWIKa250, 1, 0)
N = sum(profVaRWIKa250)
TN = length(profVaRWIKa250)
D = diff(which(profVaRWIKa250 == 1))
C = rep(0, length(D))
if (profVaRWIKa250[1] == 0) {
  C = c(1, C)
  D = c(which(profVaRWIKa250 == 1)[1], D)
}
if (profVaRWIKa250[TN] == 0) {
  C = c(C, 1)
  D = c(D, TN - tail(which(profVaRWIKa250 == 1), 1))
}
N = length(D)
#VarDurTest
ujiWIKa250=varDurTest(0.05, -returnWIKa[251:t1], -VaR.garchWIKa250)
print(ujiWIKa250)
b=ujiWIKa250$b
#menghitung parameter a pada weibull
bwIKA = b
aWIKa = ((N - C[1] - C[N])/(sum(D^bwIKA)))^(1/bwIKA)
aWIKa
#Plot weibull loss 250 window
k=seq(0,1, by=0.1)
weib=dweibull(k, aWIKa,bwIKA)
```

Lampiran 33 Lanjutan

```
win.graph()
plot(weib, type="l", lwd=2, ylim=c(0.01, 0.4))
weib1=dweibull(k, awSKT,bWSKT)
weib2=dweibull(k, aADHI,bADHI)
weib3=dweibull(k, aPTPP,bPTPP)
lines(weib1, type="l", lwd=2, col="red2")
lines(weib2, type="l", lwd=2, col="green2")
lines(weib3, type="l", lwd=2, col="blue2")
legend(8,0.4, c("WIKAJK", "WSKTJK", "ADHIJK", "PTPPJK"), lwd=1, col=c("black", "red2", "green2",
"blue2"), bg="white")
```

Lampiran 34 Sintaksi R *Duration Test* VaR ARMAX-GARCHX

```
#Duration ARMAX-GARCHX New
#data 250 window → disesuaikan dengan window
garchWIKa250=read.csv("VaR WIKAX AG 250.txt", sep="\t", header=TRUE)
garchWSKT250=read.csv("VaR WSKTX AG 250.txt", sep="\t", header=TRUE)
garchADHI250=read.csv("VaR ADHIX AG 250.txt", sep="\t", header=TRUE)
garchPTPP250=read.csv("VaR PTPPX AG 250.txt", sep="\t", header=TRUE)
#loss data
VaR.garchWIKa250=garchWIKa250[,2]
VaR.garchWIKa250=VaR.garchWIKa250[251:n]
VaR.garchWSKT250=garchWSKT250[,2]
VaR.garchWSKT250=VaR.garchWSKT250[251:n]
VaR.garchADHI250=garchADHI250[,2]
VaR.garchADHI250=VaR.garchADHI250[251:n]
VaR.garchPTPP250=garchPTPP250[,2]
VaR.garchPTPP250=VaR.garchPTPP250[251:n]
#profit data
VaR.garchWIKa250=garchWIKa250[,3]
VaR.garchWIKa250=VaR.garchWIKa250[251:n]
VaR.garchWSKT250=garchWSKT250[,3]
VaR.garchWSKT250=VaR.garchWSKT250[251:n]
VaR.garchADHI250=garchADHI250[,3]
VaR.garchADHI250=VaR.garchADHI250[251:n]
VaR.garchPTPP250=garchPTPP250[,3]
VaR.garchPTPP250=VaR.garchPTPP250[251:n]
#LOSS
#250 window
#250 loss WIKa → disesuaikan untuk perusahaan lain
lossVaRWIKa250 = ifelse(returnWIKa[251:n] < VaR.garchWIKa250, 1, 0)
N = sum(lossVaRWIKa250)
TN = length(lossVaRWIKa250)
D = diff(which(lossVaRWIKa250 == 1))
C = rep(0, length(D))
if (length(lossVaRWIKa250) == 0) {
  C = c(1, C)
  D = c(which(lossVaRWIKa250 == 1)[1], D)
}
if (length(lossVaRWIKa250) == 0) {
  C = c(C, 1)
  D = c(D, TN - tail(which(lossVaRWIKa250 == 1), 1))
}
N = length(D)
#VarDurTest
ujiWIKa250=VarDurTest(0.05, returnWIKa[251:n], VaR.garchWIKa250)
print(ujiWIKa250)
b=ujiWIKa250$b
#menghitung parameter a pada weibull
bWIKa = b
aWIKa = ((N - C[1] - C[N])/(sum(D^bWIKa)))^(1/bWIKa)
aWIKa

#Plot weibull LOSS 250 Window
k=seq(0,1, by=0.1)
weib=dweibull(k, aWIKa,bWIKa)
win.graph()
plot(weib, type="l", lwd=2, ylim=c(0.02, 0.20))
weib1=dweibull(k, awSKT,bWSKT)
weib2=dweibull(k, aADHI,bADHI)
weib3=dweibull(k, aPTPP,bPTPP)
lines(weib1, type="l", lwd=2, col="red2")
lines(weib2, type="l", lwd=2, col="green2")
```

Lampiran 34 Lanjutan

```

lines(weib3, type="l", lwd=2, col="blue2")
legend(8,0.2, c("WIKI.JK", "WSKT.JK", "ADHI.JK", "PTPP.JK"), lwd=1, col=c("black", "red2", "green2",
"blue2"), bg="white")

#PROFIT
#250 window
#250 prof WIKI → disesuaikan untuk perusahaan lain
profVaRWIKA250 = ifelse(-returnWIKI[251:n] < -VaR.garchIWika250, 1, 0)
N = sum(profVaRWika250)
TN = length(profVaRWika250)
D = diff(which(profVaRWika250 == 1))
C = rep(0, length(D))
if (profVaRWika250[1] == 0) {
  C = c(1, C)
  D = c(which(profVaRWika250 == 1)[1], D)
}
if (profVaRWika250[TN] == 0) {
  C = c(C, 1)
  D = c(D, TN - tail(which(profVaRWika250 == 1), 1))
}
N = length(D)

#VarDurTest
ujiWika250=VarDurTest(0.05, -returnWIKI[251:n], -VaR.garchIWika250)
print(ujiWika250)
b=ujiWika250$b
#menghitung parameter a pada weibull
bWika = b
aWika = ((N - C[1] - C[N])/(sum(D^bWika)))^(1/bWika)
aWika

#Plot weibull prof 250 window
k=seq(0,1, by=0.1)
weib=dweibull(k, aWika,bWika)
win.graph()
plot(weib, type="l", lwd=2, ylim=c(0.02, 0.20))
weib1=dweibull(k, aWSKT,bWSKT)
weib2=dweibull(k, aADHI,bADHI)
weib3=dweibull(k, aPTPP,bPTPP)
lines(weib1, type="l", lwd=2, col="red2")
lines(weib2, type="l", lwd=2, col="green2")
lines(weib3, type="l", lwd=2, col="blue2")
legend(8,0.2, c("WIKI.JK", "WSKT.JK", "ADHI.JK", "PTPP.JK"), lwd=1, col=c("black", "red2", "green2",
"blue2"), bg="white")

```

Lampiran 35 Sintaksi R *Duration Test* CVaR ARMAX-GARCHX

```

#data 250 window
garchWika250=read.csv("CvaR WIKI AG 250.txt", sep="\t", header=TRUE)
garchWSKT250=read.csv("CvaR WSKT AG 250.txt", sep="\t", header=TRUE)
garchADHI250=read.csv("CvaR ADHI AG 250.txt", sep="\t", header=TRUE)
garchPTPP250=read.csv("CvaR PTPP AG 250.txt", sep="\t", header=TRUE)

#loss data
VaR.garchWika250=garchWika250[,2]
VaR.garchWSKT250=garchWSKT250[,2]
VaR.garchADHI250=garchADHI250[,2]
VaR.garchPTPP250=garchPTPP250[,2]

#profit data
VaR.garchIWika250=garchWika250[,3]
VaR.garchIWSKT250=garchWSKT250[,3]
VaR.garchIADHI250=garchADHI250[,3]
VaR.garchIPTPP250=garchPTPP250[,3]

#data return
#WIKI
returnWika1=read.csv("WIKI.return.txt", sep="\t", header=F)
returnWika1=returnWika1[,2]
returnWikaCvaR=returnWika1[251:n]
#WSKT
returnWSKT=read.csv("WSKT.return.txt", sep="\t", header=F)
returnWSKT=returnWSKT[,2]
returnWSKTCvaR=returnWSKT[251:n]
#ADHI

```


Lampiran 35 Lanjutan

```

returnADHI=read.csv("ADHI.return.txt", sep="\t", header=F)
returnADHI=returnADHI[,2]
returnADHICvAr=returnADHI[251:n]
#PTPP
returnPTPP=read.csv("PTPP.return.txt", sep="\t", header=F)
returnPTPP=returnPTPP[,2]
returnPTPPCvAr=returnPTPP[251:n]

t=length(VaR.garchWIKa250)
t1=length(returnWIKACvAr)

#250 loss WIKa → disesuaikan untuk perusahaan lain
lossVaRWIKa250 = ifelse(returnWIKACvAr[251:t1] < VaR.garchWIKa250, 1, 0)
N = sum(lossVaRWIKa250)
TN = length(lossVaRWIKa250)
D = diff(which(lossVaRWIKa250 == 1))
C = rep(0, length(D))
if (lossVaRWIKa250[1] == 0) {
  C = c(1, C)
  D = c(which(lossVaRWIKa250 == 1)[1], D)
}
if (lossVaRWIKa250[TN] == 0) {
  C = c(C, 1)
  D = c(D, TN - tail(which(lossVaRWIKa250 == 1), 1))
}
N = length(D)
#VarDurTest
ujiWIKa250=varDurTest(0.05, returnWIKa[251:t1], VaR.garchWIKa250, conf.level = 0.95)
print(ujiWIKa250)
b=ujiWIKa250$b
#menghitung parameter a pada weibull
bWIKa = b
aWIKa = ((N - C[1] - C[N])/(sum(D^bWIKa))))^(1/bWIKa)
#Plot weibull loss 250 window
k=seq(0,1, by=0.1)
weib=dweibull(k, aWIKa,bWIKa)
win.graph()
plot(weib, type="l", lwd=2, ylim=c(0.02, 0.60))
weib1=dweibull(k, aWSKT,bWSKT)
weib2=dweibull(k, aADHI,bADHI)
weib3=dweibull(k, aPTPP,bPTPP)
lines(weib1, type="l", lwd=2, col="red2")
lines(weib2, type="l", lwd=2, col="green2")
lines(weib3, type="l", lwd=2, col="blue2")
legend(8,0.6, c("WIKa.JK", "WSKT.JK", "ADHI.JK", "PTPP.JK"), lwd=1, col=c("black", "red2", "green2", "blue2"), bg="white")

#250 prof WIKa → disesuaikan untuk perusahaan lain
profVaRWIKa250 = ifelse(-returnWIKACvAr[251:t1] < -VaR.garch1WIKa250, 1, 0)
N = sum(profVaRWIKa250)
TN = length(profVaRWIKa250)
D = diff(which(profVaRWIKa250 == 1))
C = rep(0, length(D))
if (profVaRWIKa250[1] == 0) {
  C = c(1, C)
  D = c(which(profVaRWIKa250 == 1)[1], D)
}
if (profVaRWIKa250[TN] == 0) {
  C = c(C, 1)
  D = c(D, TN - tail(which(profVaRWIKa250 == 1), 1))
}
N = length(D)
#VarDurTest
ujiWIKa250=varDurTest(0.05, -returnWIKa[251:t1], -VaR.garch1WIKa250)
print(ujiWIKa250)
b=ujiWIKa250$b
#menghitung parameter a pada weibull
bWIKa = b
aWIKa = ((N - C[1] - C[N])/(sum(D^bWIKa))))^(1/bWIKa)
aWIKa
#Plot weibull loss 250 window
k=seq(0,1, by=0.1)
weib=dweibull(k, aWIKa,bWIKa)
win.graph()
plot(weib, type="l", lwd=2, ylim=c(0.01, 0.4))
weib1=dweibull(k, aWSKT,bWSKT)

```

Lampiran 35 Lanjutan

```
weib2=dweibull(k, aADHI,bADHI)
weib3=dweibull(k, aPTPP,bPTPP)
lines(weib1, type="l", lwd=2, col="red2")
lines(weib2, type="l", lwd=2, col="green2")
lines(weib3, type="l", lwd=2, col="blue2")
legend(8,0.4, c("WIKA.JK", "WSKT.JK", "ADHI.JK", "PTPP.JK"), lwd=1, col=c("black", "red2", "green2",
"blue2"), bg="white")
```

Lampiran 36 Sintaksi R Perhitungan E(D)

```
dat=read.csv("baCVARPX.csv", head=T, sep=",") → Data disesuaikan Durasi Var dan CVAR
o=length(dat[,1])
EksD=rep(0,o)
for(i in 1:o)
{
  be1=(1+1/dat[i,1])
  EksD[i]=(1/dat[i,2])*gamma(be1)
}
EksD
```

Lampiran 37 Surat Pernyataan Pengambilan Data**SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertandatangan di bawah ini, mahasiswa Jurusan Statistika FMIPA ITS :

Nama : Ardhan Bayu Firdauz

NRP : 1315 105 047

Menyatakan bahwa data yang digunakan dalam Tugas Akhir ini merupakan data sekunder yang diambil dari publikasi yaitu :

Sumber : Situs resmi *finance.yahoo.com* dan *bi.go.id*

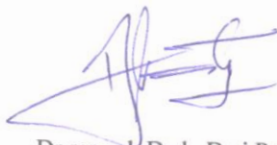
Keterangan : *Close Price* saham PT. Wijaya Karya Tbk (WIKA), PT. Waskita Karya Tbk (WSKT), PT. Adhi Karya Tbk (ADHI), PT. Pembangunan Perumahan Tbk (PTPP), dan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), serta data nilai tukar (kurs) rupiah (IDR) terhadap dolar Amerika (USD)

Surat Pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya. Apabila terdapat pemalsuan data maka saya siap menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku.

Surabaya, Juni 2017

Mengetahui
Pembimbing Tugas Akhir

Mahasiswa



Dr. rer. pol. Dedy Dwi Prastyo
NIP. 19831204 200812 1 002



Ardhan Bayu Firdauz.
NRP. 1315 105 047

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

BIOGRAFI PENULIS



Penulis dilahirkan di Sidoarjo, 02 Juli 1994 sebagai anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis bertempat tinggal di Jl. Nyi Cempo Barat 74, Taman - Sidoarjo. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SMP Ulul Albab Sidoarjo, SMA ITP Surabaya dan DIII Statistika ITS. Lulus dari DIII Statistika ITS, penulis melanjutkan studinya di S1 Jurusan Statistika ITS Surabaya yang juga merupakan bagian dari keluarga besar Sigma 23. Selama perkuliahan penulis aktif mengikuti kegiatan organisasi mahasiswa di ITS dan Jawa Timur. Penulis dipercaya menjadi ketua biro media dan informasi HIMADATA-ITS 2014-2015, kemudian tergabung kedalam Formalinduk ITS pada tahun 2015-2016 dan Koalisi Muda Kependudukan Jawa Timur 2014-2016. Selama perkuliahan, penulis membuat jasa analisa statiska yang bernama *Statistics Heroes Consultant* (SHC) bersama alumni statistika dan beberapa mahasiswa statistika. Selain itu, penulis juga sering melakukan survey dan dipercaya melakukan *Passenger Exit Survey* ke wisatawan mancanegara selama 3 periode pelaksanaan oleh Kementerian Pariwisata. Penulis mengembangkan minatnya dalam bidang mengajar dengan menjadi asisten dosen mata kuliah praktikum Metode Regresi dan Pengendalian Kualitas Statistika ketika DIII. Pada akhir semester, penulis menjuarai perlombaan analisis statistik tingkat nasional (NSC 2017) yang dilaksanakan Universitas Brawijaya. Untuk kritik dan saran perihal tugas akhir dapat dikirim melalui email penulis, yaitu ard.fird@gmail.com.